

ŘADA B  
PRO KONSTRUKTÉRY  
ČASOPIS  
PRO ELEKTRONIKU  
A AMATÉRSKÉ VYSÍLÁNÍ  
ROČNÍK XXVII/1978 ČÍSLO 3

**V TOMTO SEŠITĚ**

Vstříc VI. sjezdu Svazarmu	81
Zajímavá a praktická zapojení 11	
Stabilizované zdroje, napáječe, regulátory, měniče, indikátory stavu baterií	82
Stabilizovaný zdroj 0 až 38 V	82
Stabilizátor malých napětí	84
Řízení stejnosměrných motorů	85
Nf technika, doplňky elektronických hudebních nástrojů	86
Indikátory přebuzení	87
Trikové obvody pro elektronickou kytaru	89
Nf generátory	91, 93
Elektronické hry	93
Elektronické „tahání sirek“	93
Kolotoč	94
Číslicová technika	95
Jednoduchý generátor časových značek	95
Konvertor analogových veličin	96
Různé aplikovaná elektronika	96
Regulace motorů u modelů řízených rádiem	96
Přístroj ke kontrole nastavené teploty	97
Zajímavé integrované obvody	97
Časovač 555 (556)	97
Nf zesilovač TDA2002	99
Nf zesilovač TDA2020	100
Dekodér 1310	101
Operační zesilovače	
μA739 a μA749	103
Operační zesilovače ZN424, LM3900	104
Napěťový regulátor SG1501A	106
TCA440	107
Konstrukční část	
Předzesilovač pro přenosu	107
Otáčkoměry	111
Úpravy zesilovače TEXAN	115

**AMATÉRSKÉ RADIO ŘADA B**

Vydává ÚV Svazarmu ve vydavatelství Magnet, Vla-  
dislavova 26, PSČ 113 66 Praha 1, telefon 26 06 51-  
7. Šéfredaktor Ing. F. Smolík, zástupce Luboš Kalou-  
sek. Redakční rada: K. Bartoš, V. Brzák, K. Donáth, A.  
Glanc, I. Harminc, L. Hlinský, P. Horák, Z. Hradík, ing. J. Hyanc, ing. J. Jaroš, doc. ing. M. Joachim, ing. Jan Klábal, RNDr. L. Krýška, PhDr. E. Křížek, ing. I. Lubomírský, K. Novák, ing. O. Petráček, ing. J. Vacátk, CSc., laureát st. ceny KG, ing. J. Zlma, J. Ženíšek, laureát st. ceny KG. Redakce Jung-  
mannova 24, PSČ 113 66 Praha 1, telefon 26 06 51-7, šéfred. linka 354, redaktor I. 353.  
Ročně vydá 6 čísel. Cena výtisku 5 Kčs, celoroční předplatné 30 Kčs. Rozšířuje PNS, v jednotkách ozbrojených sil vydavatelství Magnet, administrace Vladislavova 26, Praha 1. Objednávky přijímá každá pošta i doručovatel. Dohledací pošta Praha 07. Objednávky do zahraničí vydává PNS, vývoz tisku, Jindřišská 14, Praha 1. Tiskne Naše vojsko, n. p. závod 08, 162 00 Praha 6-Liboc, Vlastina 710. Inzerci přijímá vydavatelství Magnet, Vladislavova 26, PSČ 113 66 Praha 1, telefon 26 06 51-7, linka 294. Za původnost a správnost příspěvku ručí autor. Návštěvy v redakci a telefonické dotazy pouze po 14. hodině. Číslo indexu 46044.

Toto číslo mělo výjít podle plánu 17. 5. 1978.

© Vydavatelství MAGNET, Praha

# VSTŘÍC VI. SJEZDU SVAZARNU

Pod vedením KSČ za další úspěchy Svazarmu při budování a obraně socialistické vlasti

Jak jsme si uvedli v minulém čísle, sjezd každé organizace je určitým mezníkem v jejím vývoji, v celé její činnosti, neboť na sjezdu se přijímá program organizace na příští údoby. Proto předsjezdová doba by měla být pro všechny členy organizace, jejíž sjezd je oznamenán, údobím zvýšené aktivity, údobím, v němž vyvrcholí činnost mezi dvěma sjezdy, údobím, v němž se jednak zavřuje úkoly dané minulým sjezdem a jednak „přidává něco nového“ – v našem případě, před sjezdem Svazarmu, je třeba dosáhnout vyšší kvality činnosti, lepších než předpokládaných výsledků, patřičné komplexnosti v obsahu i formách naplňování funkce Svazarmu.

To vše závisí především na iniciativě členů organizace – členů Svazarmu. Již sám socialismus ve kterém lidé vědějí, že pracují sami pro sebe a nikoli pro výkrojovatele, že plány, které uskutečňují, jsou současně plány zabezpečující jejich zajmy a potřeby, podná-  
cuje iniciativu lidí a probouzí jejich pracovní i občanskou aktivitu. To však vůbec neznamená, že jde o nějaký samičinný, automatický proces či o živelnost. Vždyť hovoříme-li o iniciativě jako o jednom z významných zdrojů bohatství, pak je třeba s tímto zdrojem cílevědomě, užívavě a pečlivě nakládat, neboť právě tento zdroj se dotýká lidí, jejich vztahu ke společnosti, k práci a k životu.

Proto předsednictvo ÚV Svazarmu v souladu s úkoly vyplývajícimi ze závěrů XV. sjezdu KSČ pro naši brannou organizaci doporučuje zaměřit rozvoj iniciativy a aktivity členů a organizaci Svazarmu před nastávajícím VI. sjezdem Svazarmu, který se koná v prosinci tohoto roku, především k těmto hlavním úkolům:

*1. Pod vedením KSČ zvyšovat společenské poslání Svazarmu a prohlubovat spolupráci s ostatními organizacemi Národní fronty.*

Společenské poslání Svazu prospolupráci s armádou jako branné vlastenecké organizace pracujícího lidu spočívá v aktivní pomoci při upevňování obranyschopnosti země a v branné výchově občanů v souladu s programem vojenské politiky KSČ, usnesením orgánů strany a směrnicemi vlády. Aby se tedy dálé upevňovalo společenské postavení Svazarmu a aby se zvýšil jeho vliv na široké vrstvy obyvatelstva včetně mládeže, doporučuje předsednictvo ÚV Svazarmu zaměřit pozornost v předsjezdové kampani k této požadavkům:

– ve veškeré činnosti důsledně vycházet z úkolů a požadavků politiky KSČ a rozpracovávat je do podmínek činnosti Svazarmu; sjednocovat členy organizace kolem KSČ a získávat je k aktivní účasti na realizaci jejího programu; pravidelně informovat stranické orgány o stavu svazarmovské činnosti a opírat se o jejich pomoc; – zvyšovat účast a angažovanost svazarmovců na rozvoji společenského života v mís-

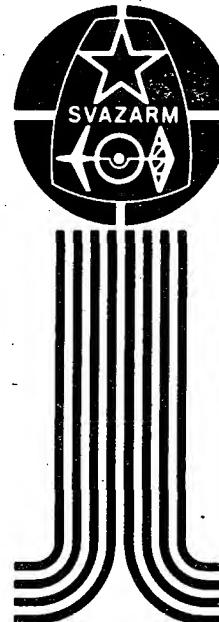
tech působení. Ve spolupráci se složkami Národní fronty se podílet na plnění volebních programů, zapojovat členy Svazarmu do veřejné činnosti, pomáhat poslancům zastupitelských orgánů při výkonu jejich funkcí a využívat spolupráce s nimi k dalšímu rozvoji branné výchovy ve Svazarmu. Aktivně se účastnit oslav významných jubileí (1. máj, Den osvobození apod.) a dalších významných ideově politických akcí;

– zlepšovat a rozvíjet spolupráci s útvary ČSLA, ministerstva vnitra a Lidových milicí s cílem zesílit společenské usílení v oblasti branné přípravy, v přípravě brančů a záloh, v přípravě obyvatelstva k civilní obraně apod. Objasňovat především mladým lidem úlohu a místo ČSLA v rámci naší společnosti i v rámci armád státu Varšavské smlouvy;

– zesílit a zkvalitnit metodickou pomoc v branné výchově školám, národním výborem, podnikům a společenským organizacím. Mimořádnou pozornost věnovat spolupráci s orgány a organizacemi SSM a PO SSM a rozširovat vliv i na neorganizovanou mládež. Věnovat větší péči školení instruktorů, cvičitelů, rozhodčích a organizátorů pro potřeby organizací SSM a PO SSM a podle možnosti těmto organizacím poskytovat i materiální pomoc;

– na počest VI. sjezdu Svazarmu získávat za kolektivní členy organizace školy, závody, JZD, případně i společenské organizace;

– k propagaci branně sportovních a technických činností Svazarmu organizovat v obcích, městech a na závodech „Dny Svazarmu“ a spojít je s výstavkami a ukázkami činnosti jednotlivých odborností Svazarmu.



## VI. SJEZD SVAZARNU 1978

Při plnění tohoto prvního hlavního úkolu pro rozvoj iniciativy a aktivity před VI. sjezdem Svazarmu by měl pro radioamatéry být nejsnáze splnitelný poslední bod – seznámit veřejnost s obsahem i formami radioamatérské činnosti, s radioamatérskými sporty a s vysíláním. Tyto činnosti jsou totiž samy o sobě velmi atraktivní, i když náročné na čas a většinou i na materiální zabezpečení. A právě tady by se daly využít i další podněty z ostatních bodů tohoto prvního hlavního úkolu pro rozvoj předsjezdové iniciativy a aktivity – spolupráce s ostatními organizacemi Národní fronty, při zabezpečování hladkého průběhu významných ideově politických akcí, při plnění volebních programů, při výcviku cvičitelů, rozhodčích apod., především spolupráce se SSM a jeho Pionýrskou organizací a s ČSLA. Při propagačních akcích a při přípravě výsta-

vek a ukázek činnosti nezapomínat též na Hi-Fi kluby Svazarmu, které pěstují velmi populární a široce oblíbenou činnost, která si získává stále další a další zájemce; přitom lze ukázat a dokázat, jaké výhody má právě organizovaná činnost v organizacích Svazarmu.

Je nepochybně, že mnoho dalších konkrétních námětů při plnění tohoto a nejen tohoto hlavního úkolu předsjezdové iniciativy a aktivity může poskytnout plán rozvoje radistické činnosti ve Svazarmu, o němž jsme podrobně referovali v úvodních v minulém ročníku AR řady B a k nimž komentář vycházel i v AR řady A.

Druhým hlavním úkolem předsjezdové iniciativy a aktivity je:

2. Prohlubovat kvalitu a účinnost politickovýchovné práce s důrazem na výchovu mladé generace.

V souladu se závěry XV. sjezdu je úkolem politickovýchovné práce ve Svazarmu rozvíjet angažovanou výchovu členů v duchu socialistických idej naší společnosti, dosáhnout, aby požadavky XV. sjezdu a dalších usnesení UV KSC pronikaly do celkové branné výchovné činnosti Svazarmu, věst členy organizace k tomu, aby se stali skutečnými socialistickými občany, připravenými budovateli i obránci socialistické vlasti.

Je třeba dbát, aby politickovýchovné působení bylo uplatněno v celém komplexu mnohostranné činnosti základních organizací, aby působilo také vně a napomáhalo k vytváření kladného vztahu občanů k branné výchově a přispívalo k jejich získávání k aktivní branné a sportovní činnosti; aby pomáhalo objasňovat společenskou úlohu naší organizace.

Cíle vědoměji bude nutno rozvíjet socialistické soutěžení jako jednu z forem výchovného působení, které zvyšuje angažovaný vztah a odpovědnost jednotlivce ke kolektivu a ke společnosti a pomáhá vytvářet a upevňovat jednotu mezi individuálními a celospolečenskými zájmy.

V předsjezdovém období zaměříme rozvoj iniciativy a aktivity v politickovýchovné práci především na plnění těchto úkolů:

- cíle vědoměji pokračovat v dalším provádění přitažlivých a zajímavých forem ideově výchovné a masové politické práce, ve zvyšování jejich kvality a účinnosti;
- uskutečnit v každé ZO nebo v klubu besedy se zasloužilými svazarmovci, vynikajícími svazarmovskými sportovci, podobné besedy organizovat i s mládeží na školách, v závodech apod. Kromě toho využívat všech příležitostí k besedám a k přátelským setkáním s důstojníky

a vojáky Sovětské armády, zasloužilými členy KSC a s příslušníky LM;

- uskutečnit v ZO nebo v klubech branné závodů a soutěže jako propagační akce k VI. sjezdu Svazarmu;
- získávat a zapojovat další členy do plnění úkolů v masově politické práci (přednášky a besedy, setkání, exkurze);

- rozvíjet názornou agitaci k významným politickým událostem, především pak k systematické propagaci dosažených úspěchů Svazarmu od jeho V. sjezdu, zrizovat propagační skřínky nebo tabule k popularizaci činnosti ZO;

- soutěžit ve svazarmovských základních a okresních organizacích v odběru a využití svazarmovského tisku, získávat dopisovatele a propagovat svazarmovskou činnost v místním, okresním a krajském rozhlasovém vysílání. Nezapomínat (a propagovat) na novinářskou soutěž k VI. sjezdu Svazarmu;

- organizovat výstavy nebo krajské fotografické soutěže a pořádat přehlídky těchto prací u příležitosti výročních členských schůzí a konferencí nebo při jiných vhodných příležitostech;

- získávat závazky na dokončení výstavby síní bojových tradic a branných kabinetů.

Zbývající úkoly předsjezdové aktivity si probereme příště.

-ou-

# ZAJÍMAVÁ A PRAKTIČKÁ ZAPOJENÍ 11

František Michálek

## Úvod

Na základě dopisu čtenářů jsem pro letošní Zajímavá a praktická zapojení vybral převážně jednodušší obvody a zapojení, která by bylo možno realizovat s našimi součástkami. I když se zapojení tohoto druhu s diskrétními součástkami objevují v zahraničních časopisech stále řidčeji, domnívám se, že z předkládaných zapojení si může vybrat přístroj k realizaci podle svých zájmů převážná většina čtenářů tohoto časopisu. Při popisu zapojení jsem se snažil postupovat tak, aby (především u jednodušších zapojení, která budou předmětem zájmu těch méně zkušených) byla vysvětlena činnost obvodů a součástek co možno nejpodrobněji, aby se při uvádění do chodu a při případných úpravách vyskytlo co nejméně obtíží. I tak ovšem nebude škodit, budou-li se zapojení realizovat nejen rukama, ale i hlavou, ba právě naopak.

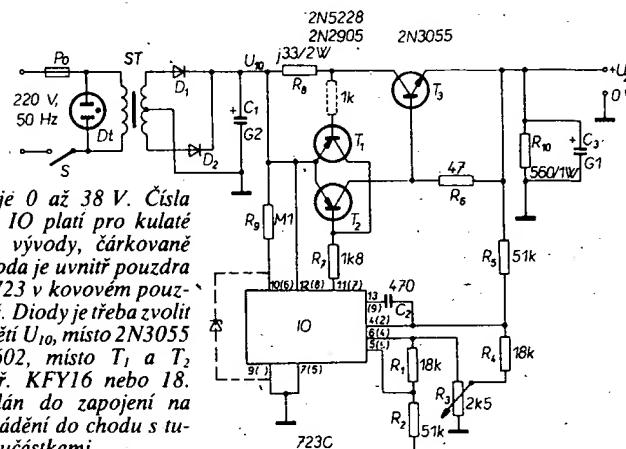
Na rozdíl od minulých Zajímavých a praktických zapojení jsou letos též na přání čtenářů doplněny informace o zahraničních nejpoužívanějších integrovaných obvodech. Kromě jiného také proto, aby bylo zřejmé, jak používání integrovaných obvodů ovlivňuje činnost konstrukterů, z nichž se pomalu ale jistě místo návrhářů obvodů stávají návrháři systémů, což vyžaduje určitý základní přesun ve způsobu myšlení a nazírání na celou elektroniku. Nejvýrazněji je to vidět na

mikroprocesorech a problematice s nimi spojené – vždyť již dnes v průmyslově vyspělých státech se sdružují dospívající i dospělí zájemci o tuto oblast elektroniky v klubech stejně tak, jako u nás např. zájemci o Hi-Fi a elektroakustiku. Ale o tom snad až v některém z příštích čísel Zajímavých praktických zapojení.

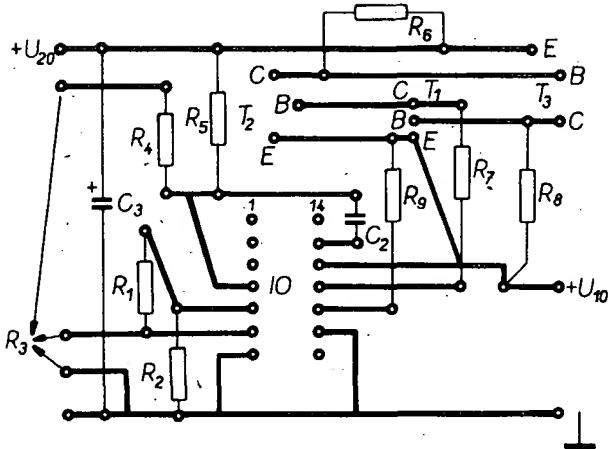
## Stabilizované zdroje, napáječe, regulátory, měniče, indikátory stavu baterií

### Stabilizovaný zdroj s nastavitelným výstupním napětím od 0 do 38 V

I když se potřeba malých stabilizovaných napětí (menších než 1,5 V) vyskytuje velmi zřídka, přece jen občas taková napětí v laboratoři potřebujeme. Přitom s běžně používaným stabilizátorem MAA723 v běžně používaných zapojeních nelze výstupní napětí regulovat od nuly. Použijeme-li ve stabilizovaném zdroji diskrétní prvky, je pro regulaci výstupního napětí od nuly třeba obvykle používat síťový transformátor se dvěma vinutími nebo dva síťové transformátory (jeden pro vlastní zdroj a druhý pro zdroj referenčního napětí). Článek ve Funktechnik (který byl v principu převzat z časopisu Electronics,



Obr. 1 Zapojení zdroje 0 až 38 V. Čísla v závorkách u vývodů IO platí pro kulaté kovové pouzdro s 10 vývody, čárkované zakreslení Zenerova dioda je uvnitř pouzdra DIL, při použití MAA723 v kovovém pouzdro je jí třeba zapojit vně. Diody je třeba zvolit podle maximálního napětí  $U_{IO}$ , místo T1 a T2 tuzecké KF517, popř. KFY16 nebo 18. Odpor 1 k $\Omega$  byl přidán do zapojení na základě zkušenosti z uvádění do chodu s tuzeckými součástkami



Obr. 2. Návrh desky s plošnými spoji pro integrovaný stabilizátor v pouzdru DIL. Úprava pro kulačkové pouzdro je minimální. Pohled ze strany součástek

únor 1975) však ukazuje, jak lze postavit stabilizovaný zdroj, regulovatelný od nuly do 38 V (horní mez napětí, povolená výrobcem integrovaného obvodu) s monolitickým stabilizátorem napětí  $\mu$ A723 (MAA723).

Volba součástek zapojení (obr. 1) se řídí témito základními vztahy

$$U_{20,\max} = (R_2/R_1) U_{ref}$$

( $U_{ref}$  je typicky 7,15 V),

$$R_2 = (U_{20,\max}/U_{ref}) R_4,$$

$$R_1 = (U_{20,\max}/10) - 0,62, \quad [\text{k}\Omega].$$

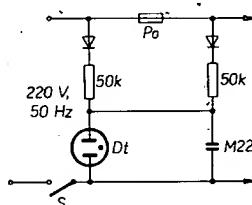
Výstupní napětí  $U_{20}$  lze volit v rozmezí 0 až napětí  $U_{10}$  za usměrňovačem (maximálně 38 V) zmenšené o úbytek napětí na přechodu řízeného výkonového tranzistoru.

Autor původního článku použil jako síťový transformátor typ se dvěma vinutími po 15 V pro 2,5 A. Odporník  $R_{10}$  byl do zapojení přidán na základě zkušenosti s nastavováním malých výstupních napětí (jde o tzv. předzátěž).

Zapojení je jinak velmi jednoduché, autor původního článku ho realizoval na desce s plošnými spoji, jejichž základní uspořádání je zřejmé z obr. 2. K obrázkům je jen třeba připomenout, že  $\mu$ A723 se vyrábí ve dvou provedeních – v pouzdře DIL se čtrnácti vývody a v kulatém kovovém pouzdře s deseti vývody (náš ekvivalent obvodu  $\mu$ A723, tj. MAA723, se vyrábí pouze v kovovém pouzdře s deseti vývody). Návrh desky s plošnými spoji je pro obvod v pouzdře DIL, není ovšem problém upravit desku pro obvod s deseti vývody, změny na desce budou minimální, stačí porovnat číslování vývodů u DIL a kovového pouzdra (obr. 1).

Na výstup zdroje lze připojit ampérmetr i voltmetr, ampérmetr s rozsahem do 2 A, voltmetr podle zvoleného maximálního výstupního napětí.

Zajímavým doplňkem zapojení stabilizovaného zdroje je obvod na obr. 3. Obvod



Obr. 3. Indikace přerušení tavné pojistky

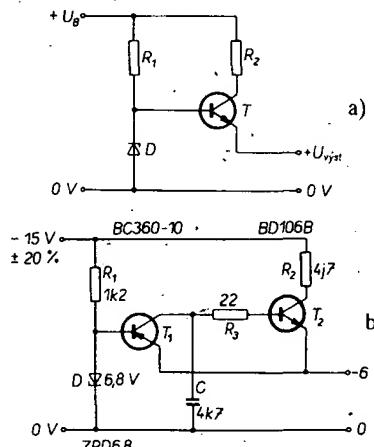
pracuje tak, že při přerušení tavné pojistky začne blikat síťová doutnavka  $D_1$ , neboť přes odporník 3 M $\Omega$  se nabíjí kondenzátor 0,22  $\mu$ F na její zápalné napětí. Odporník 50 k $\Omega$  omezuje proud doutnavkou za běžného provozu.

Funk-technik č. 1/1977

### Jednoduchý sériový stabilizátor

Pro průměrné nároky na stabilitu výstupního stabilizovaného napětí a při požadavku

na minimální množství součástek stabilizátoru je nejvhodnější sériový stabilizátor dnes již klasické konstrukce. Zapojení takového stabilizátoru, vhodného např. k úpravě palubního napětí motorových vozidel pro napájení nejrůznějších zařízení spotřební elektroniky, je na obr. 4.



Obr. 4. Jednoduchý sériový stabilizátor napětí s jedním tranzistorem (a) a se dvěma tranzistory (b). Jako  $T_1$  lze použít tuzemský typ KF517 a jako  $T_2$  podle odebíraného proudu některý z typů řady KU nebo KD. Zenerová dioda je typu 1 nebo 2NZ70 (podle zvoleného výstupního napětí, viz text)

Stabilizačního účinku se dosahuje tím, že se na bázi regulačního tranzistoru vytvoří stálé napětí, dané Zenerovým napětím diody  $D$  (obr. 4a). Nejvhodnější pracovní režim diody se volí volbou odporníku  $R_1$ . Činitel stabilizace tohoto typu stabilizátoru je dán poměrem  $R_1/r_2$ , kde  $r_2$  je diferenciální odporník Zenerovy diody. Odporník  $R_2$  pouze zmenšuje výkonovou ztrátu tranzistoru. Velikost výstupního napětí (stabilizovaného) se u stabilizátoru s tímto uspořádáním rovná napětí Zenerovy diody, zmenšenému o napětí báze-emitor regulačního tranzistoru. Diferenciální výstupní odporník celého zapojení se přibližně rovná ( $r_2 - h_{11e}$ )krát stejnosměrný zesilovací činitel tranzistoru.

Výstupní odporník stabilizátoru lze zmenšit tzv. zapojením Lin (Lin-Schaltung), které je jako praktický příklad aplikace sériového stabilizátoru uvedeno na obr. 4b. V zapojení jsou použity tranzistory p-n-p a n-p-n tak, že se vně chovají jako jeden tranzistor s proudovým zesílením, daným součinem proudových zesílení jednotlivých tranzistorů, avšak se vstupním odporem rovným  $h_{11e}$  tranzistoru  $T_1$ . Tímto uspořádáním se velmi podstatně zmenší výstupní odporník stabilizátoru vzhledem k zapojení na obr. 4a. Odporník  $R_3$  chrání tranzistor  $T_1$  před přetížením, kondenzátor potlačuje náhýlnost obvodu k rozkmitání.

Změřený výstupní odporník stabilizátoru podle obr. 4b je závislý na výstupním proudu a je asi

2  $\Omega$  v rozsahu výstupních proudu 0 až 50 mA,  
0,1  $\Omega$  v rozsahu výstupních proudu 50 až 500 mA,  
0,02  $\Omega$  v rozsahu výstupních proudu 0,5 až 1 A.

Činitel stabilizace je lepší než 50 pro výstupní proudu 0,5 A.

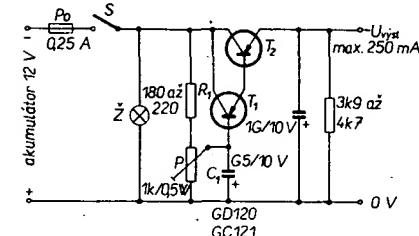
Je-li požadavek odebírat ze stabilizátoru kladné napětí, bude 0 V na kolektoru  $T_2$ . Nebude-li se ze stabilizátoru odebírat proud větší než 0,6 A, lze změnit odporník  $R_2$  na 8,2  $\Omega$ , čímž se zapojení stane zkratuvzdorným. Při zkratu na výstupu se pak ovšem spotřebuje na odporníku  $R_2$  asi 40 W, které se přemění na teplo.

Schaltbeispiele mit diskreten Halbleiterbauelementen ITT

### Zdroj napájecího napětí pro výrobky spotřební elektroniky v motorovém vozidle

Štěle častěji se v motorových vozidlech používají nejrůznější výrobky spotřební elektroniky – kazetové magnetofony, rozhlasové přijímače apod. Pokud tyto spotřebiče nejsou určeny pro provoz z palubní sítě 12 V, je třeba napájet je buď z vnitřních baterií (což není právě ekonomické; neboť při provozu v autě je třeba vždy „hrát nahlas“, aby se přehlušil hluk motoru a další hluky, což má za následek větší odběr proudu ze zdroje a tím i častěji výměnu baterií), nebo použít k napájení stabilizovaný zdroj, který upravuje napětí palubní sítě na potřebnou velikost (6, 7, 5, popř. 9 V).

Zdroj napájecího napětí, který je na obr. 5, lze používat k napájení prakticky všech



Obr. 5. Regulátor napětí pro spotřebiče v motorových vozidlech. Výstupní napětí lze nastavovat v rozsahu 6 až 10 V

běžně používaných přijímačů nebo kazetových magnetofonů, neboť jeho výstupní napětí lze na požadovanou velikost snadno nastavit změnou nastavení běžce odpornového trimru v bázi tranzistoru  $T_1$ .

Aby byl zdroj co nejlevnější, byly ke konstrukci použity germaniové tranzistory, které pro daný účel bezpečně vyhoví.

Po sepnutí spínače  $S$  se dostane napájecí napětí přes odporník  $R_1$  na odpornový trimr, který je zapojen jako potenciometr, z jehož běžce se odebírá napětí, určující činnost obou tranzistorů, tj. určující velikost výstupního napětí. Kondenzátor  $C_1$  slouží k filtraci regulačního napětí a současně omezuje rychlosť odezvy regulátoru na okamžité změny výstupního napětí. Zárovka  $Z$  signalizuje přítomnost napájecího napětí (a tím i neporušenost pojistky  $P_0$ ). Kondenzátor 1000  $\mu$ F vyhlašuje výstupní napětí a zmenšuje současně dynamický vnitřní odporník regulátoru. Odporník 3,9 až 4,7 k $\Omega$  je tzv. předzátěž.

Obvykle používaná Zenerova dioda (paralelně k  $P_1$ ) byla ze zapojení vypuštěna, neboť napětí palubní sítě je relativně konstantní a jeho změny ovlivňují výstupní napětí regulátoru pouze v té míře, která je pro napájení uvažovaných spotřebičů přípustná.

Rozdíl mezi nastaveným výstupním napětím a napětím palubní sítě násobený odebíráným proudem udává výkonovou ztrátu, podle níž je třeba volit typ tranzistoru  $T_2$ . Jako  $T_2$  je třeba ve většině případů používat výkonové typy, z našich tranzistorů jsou vhodné typy z řady NU72, NU73 nebo NU74. Kolektorovou ztrátu  $T_1$  je minimální, proto lze na tomto místě použít libovolný germaniový tranzistor p-n-p malého výkonu.

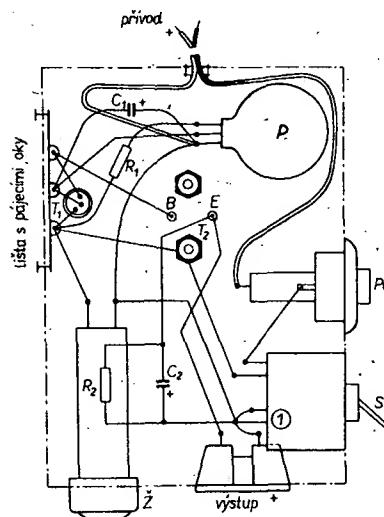
Autor konstrukce uvádí v původním pramenu, že ve vzorku přístroje byly použity tranzistory GC121 ( $T_1$ ) a GD120 ( $T_2$ ), druhý tranzistor byl přitom umístěn na chladiči, který byl současně využit jako šasi celého regulátoru (tlustší hliníkový plech).

#### Technické údaje

Rozsah výstupního napětí: 6 až 10 V.  
Maximální výstupní proud (pro  $T_1$  a  $T_2$  podle obr. 5): 500 mA.

Hmotnost: asi 150 g.

Rozměry: 8 x 4,8 x 3 cm.



Obr. 6. Příklad uspořádání součástek v pouzdře o rozměrech, uvedených v technických údajích přístroje

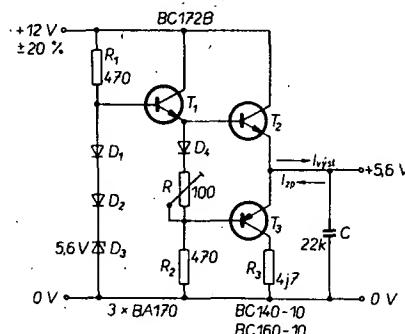
Příklad vnitřního uspořádání je na obr. 6. Všechny kovové části regulátoru je třeba izolovat od kostry vozu, tj. je třeba umístit regulátor do pouzdra z izolační hmoty. Funkamatér č. 12/1977

#### Kombinovaný sériově-paralelní stabilizátor

Běžné sériové stabilizátory jsou konstruovány tak, že nemohou kompenzovat „zpětné“ proudy, popř. napětí z připojených spotřebičů. Je-li jako výstupní svorka sériového stabilizátoru použit emitor regulačního tranzistoru (viz např. obr. 4 nebo obr. 5), bude regulační tranzistor ohrožen vždy, bude-li zpětné napětí (tj. napětí na výstupu spotřebiče) větší, než je jmenovité výstupní napětí stabilizovaného zdroje. Přesněji řečeno: regulační tranzistor bude ohrožen vždy, bude-li na jeho emitoru napětí větší než asi o 5 až 7 V, než je napětí na jeho kolektoru

(bázi). Vnitřní odpor sériového stabilizátoru je pro proudy ve zpětném směru totiž velmi velký. Paralelní stabilizátory tuto vlastnost nemají, proto jimi může protékat klidový proud stejně velikosti, jako je výstupní proud.

Zapojení stabilizátoru na obr. 7 spojuje přednosti obou typů stabilizátorů. V principu se toto zapojení podobá známým zapojením nf tranzistorových zesilovačů bez transformátoru.



Obr. 7. Sériově paralelní stabilizátor pro malá výstupní napětí a pro výstupní proud až 200 mA s doplňkovými tranzistory

Obvod se skládá z Darlingtonova zapojení tranzistorů  $T_1$  a  $T_2$ , přičemž báze  $T_1$  je napájena napětím stabilizovaným Zenerovou diodou  $D_3$ . V sérii zapojení diody  $D_1$  a  $D_2$  kompenzují úbytku napětí na přechodech  $T_1$  a  $T_2$  (báze-emitor), takže výstupní napětí je téměř přesně shodné se Zenerovým napětím diody  $D_3$  a má přitom velmi malou teplotní závislost (nemění se s teplotou).

Zapojení je doplněno paralelním tranzistorem p-n-p ( $T_3$ ).

Celkový pracovní režim doplňkové dvojice tranzistorů  $T_2$  a  $T_3$  se nastavuje proměnným odporem  $R$ , jímž se upravuje velikost úbytku napětí na diodě  $D_4$ , který slouží jako předpěti báze  $T_2$  i  $T_3$ . Klidový proud dvojice doplňkových tranzistorů se nastavuje asi na 10 mA, tj. na úbytek napětí asi 50 mV na emitorovém odporu  $R_3$ .

Za běžných pracovních podmínek pracuje zapojení jako sériový stabilizátor s předzáří až 10 mA. Objeví-li se na výstupu „zpětné“ napětí, bude na emitoru tranzistoru kladné napětí, tranzistor se více otevře a proud  $I_{sp}$  teče přes tranzistor  $T_3$  a odpor  $R_3$  k zemi.

Referenční napětí se dodatečně vyhlažuje kondenzátorem, kondenzátor  $C$  potlačuje sklon obvodu ke kmitání.

#### Technické údaje

Vstupní napětí: 12 V ± 20 %.  
Výstupní napětí: podle napětí Zenerovy diody  $D_3$ .

Maximální výstupní proud: 200 mA.

Cínilstabilizace: lepší než 50.

Výstupní odpór: 200 mA.

Odpór výstupu pro  $I_{sp}$ : asi 1 Ω.

Jako  $T_1$  by při náhradě polovodičových prvků bylo možno použít typ KC508, jako  $T_2$  a  $T_3$  doplňkovou dvojicí KF507 a KF517. Podle odebíraného proudu bylo třeba koncové tranzistory chladit. Diody mohou být libovolné křemíkové typy, např. KA501. Schaltbeispiele mit diskreten Halbleiterbauelementen ITT

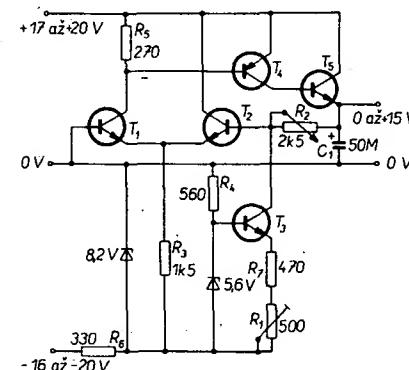
#### Jednoduchý sériový stabilizátor s regulovatelným výstupním napětím 0 až 15 V

Má-li být možno u sériového stabilizátoru regulovat výstupní napětí od nuly do určité

velikosti, používá se kromě vlastního stabilizátoru ještě zdroj konstantního proudu. V zapojení na obr. 8 je zdroj konstantního proudu napájen z pomocného zdroje napětí +17 až +20 V. Konstantní referenční proud lze nastavovat odebíráním trimrem 500 Ω a pro zapojení na obr. 8 má být asi 7 mA.

Konstantní proud protéká i potenciometrem, zapojeným jako proměnný odpór, a vyvolává na něm (podle polohy běžeče na odebírávací dráze potenciometru) úbytek napětí od nuly do maximálního výstupního napětí.

Rídící zesilovač je zapojen jako symetrický diferenční stupeň. Napětím z tohoto zesilovače se pak ovládá vlastní regulační stupeň stabilizátoru – budič  $T_4$  a výkonový regulátor  $T_5$ . Oba tranzistory jsou zapojeny v tzv. zapojení Lin. a jsou rozdílných vodičových typů (budič p-n-p, výkonový stupeň n-p-n).



Obr. 8. Jednoduchý sériový stabilizátor s regulovatelným výstupním napětím od 0 do 15 V pro větší výstupní proudy

#### Technické údaje

Vstupní napětí: 17 až 20 V.

Výstupní napětí: 0 až 15 V.

Maximální výstupní proud: 1,5 A.

Cínilstabilizace: lepší než 100.

Výstupní odpór: 30 až 40 mΩ.

Při náhradě našimi součástkami lze jako  $T_1$  a  $T_2$  použít např. KC507 (popř. dvojici tétoho tranzistoru v jednom pouzdře), jako  $T_3$  např. KC507, jako  $T_4$  typ KF517 s chladičem, jako  $T_5$  některý z tranzistorů řady KD (podle odebíraného proudu). Zenerové diody mohou být jednak z řady NZ70, jednak z řady KZ700 či KZZ.

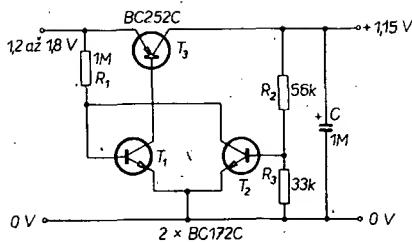
Schaltbeispiele mit diskreten Halbleiterbauelementen ITT

#### Stabilizátor malých napětí

Napětí velkých kulatých baterií (které se obvykle nazývají monočlánky) je, podle stavu jejich výběru, v meziích asi 1,2 až 1,7 V. Je-li třeba těmito bateriemi napájet nějaký přístroj, který vyžaduje, aby napájecí napětí bylo po celou dobu života baterii konstantní (např. některé typy ohmmetrů), pak vykoná dobré služby stabilizátor, který je na obr. 9.

Odpór v bázi tranzistoru  $T_1$ , 1 MΩ, je navržen se zíťelem na celkové zesílení tranzistorů  $T_1$  a  $T_3$  tak, že při zavřeném tranzistoru  $T_2$  („stabilizační“ tranzistor) je sériový regulační tranzistor zcela otevřen. Dosáhne-li výstupní napětí jmenovité velikosti, teče stabilizačním tranzistorem kolektorový proud do báze  $T_1$  tak, aby se výstupní napětí ustálilo na jmenovité velikosti 1,15 V.

Jako referenční napětí slouží v tomto zapojení napětí báze-emitor tranzistoru  $T_2$ , tj. při zvoleném kolektorovém proudu asi 1 μA přibližně 420 mV. Výstupní napětí



Obr. 9. Stabilizátor malých napětí pro malé výstupní proudy. Jako tranzistory  $T_1$  a  $T_2$  lze použít tuzemské typy z řady KC (např. KC508 nebo KC148; popř. dvojici těchto tranzistorů v jednom pouzdří), jako  $T_3$  tranzistor KF517

odpovídá poměru odporů děliče  $R_2$ ,  $R_3$  a lze ho určit ze vztahu

$$U_{\text{výst}} = \frac{R_2 + R_3}{R_3} U_{\text{BE} T_2}$$

Pro součástky podle obr. 9 je tedy

$$U_{\text{výst}} = \frac{(56 + 33) \cdot 10^3}{33 \cdot 10^3} \cdot 0,42 = 1,14 \text{ V.}$$

#### Technické údaje

Vstupní napětí: 1,2 až 1,8 V.

Výstupní napětí: asi 1,14 až 1,15 V.

Max. výstupní proud: 5 mA.

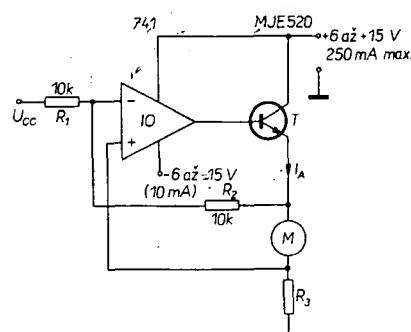
Vnitřní odpor: 1 až 2 Ω.

Větší odběr proudu je možný při zmenšení odporu  $R_1$ . Změna vstupního napětí v mezech uvedených v technických údajích vyvolá změnu výstupního napětí asi o 70 mV.

Schaltbeispiele mit diskreten Halbleiterbauelementen ITT

#### Regulační obvod k řízení rychlosti otáčení stejnosměrných motorek

Rychlosť otáčení stejnosměrných motorek lze regulovat zapojením na obr. 10.



Obr. 10. Obvod k řízení rychlosti otáčení malých stejnosměrných motorek.  $R_3$  je náhradní odpor k určení proudu kotvou motoru

Vyloučíme-li různé vlivy indukčnosti vinutí motorku, lze pro stejnosměrný motor napsat vztah pro napětí na jeho přívodech

$$U_m = I_A R_A + U_{\text{sp}}$$

kde  $U_m$  je napětí na motorku,  $I_A$  a  $R_A$  jsou označeny ve schématu na obr. 10,  $U_{\text{sp}}$  je „zpětná“ elektromotorická síla. Lze tedy předpokládat, že  $U_{\text{sp}}$  je přímo úměrná rychlosti.

K určení odporu kotvy a proudu kotvou (tj. k určení součinu  $R_A I_A$ ) je použit odpor  $R_3$ . Operační zesilovač a regulační tranzistor generují napětí

$$2(I_A R_A) - U_{\text{cc}}$$

Proto napětí na motorku je

$$U_m = I_A R_A - U_{\text{cc}}$$

Kontrolní napětí je potom co do velikosti stejně jako „zpětná“ elektromotorická síla a je přitom proporcionalní rychlosti otáčení motorku.

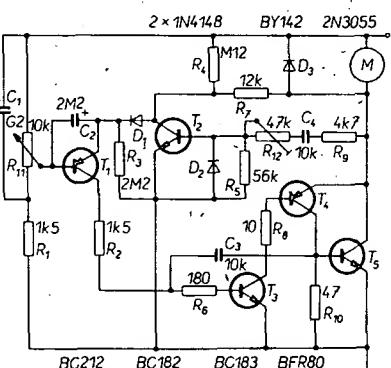
Rozsah kontrolního napětí v mezech od -0,1 do -5 V umožní regulovat rychlosť otáčení motorku v mezech asi od 40 do 2000 ot/min., a to nezávisle (do jisté míry) na napájecím napětí a na změnách zatížení.

Zapojení je vhodné pro stejnosměrné motorky s odběrem proudu asi až do 200 mA, při napájecím napětí do 12 V. Tranzistor je možné nahradit tuzemským typem z řady KU nebo KD podle odebíráného proudu (podle typu motorku), operační zesilovač je typu 741.

Practical Electronics, duben 1977

#### Jiný regulační obvod k řízení rychlosti otáčení stejnosměrných motorek

Podle autora původního článku umožňuje obvod na obr. 11 řídit rychlosť otáčení většiny stejnosměrných motorek a umožňuje dosáhnout maximálního točivého momentu těchto motorek při každé nastavené (zvolené) rychlosťi až do spodní meze 100 ot/min.





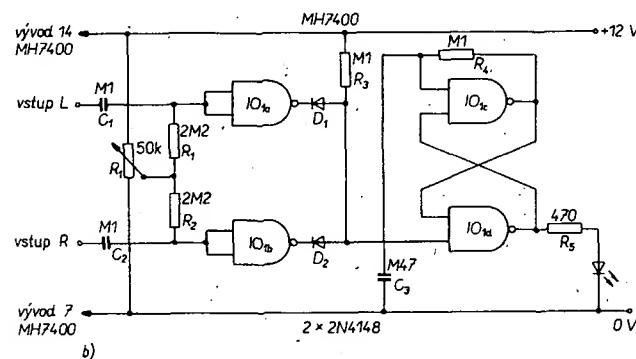


## Detektor špiček pro kazetový magnetofon

Mnohé z jakostních kazetových magnetofonů bývají vybaveny tzv. VU-metrem, což je ručkový přístroj, který by měl indikovat i špičky signálu - tj. ty části nf zaznamenávaného signálu, které jsou obvyklé při nesprávném nastavení úrovně vybuzení pásku při reprodukci zkresleny. Jak píše autor původního článku, podle jeho zkušeností však tato měřidla indikují špičky různě - u magnetofonů, které zkoušel, nebyla indikace špiček uspokojivá bez zbytku ani v jednom případě.

Proto vyvinul jednoduchý přídavný obvod, který bezpečně indikuje špičky v zaznamenávaném signálu – navíc lze podle použitého záznamového materiálu a podle druhu zaznamenávaného pořadu nastavit indikaci tak, aby byly indikovány skutečně jen ty špičky, které jsou pak při reprodukci slyšitelně zkresleny.

Vstupní signál z pravého a levého kanálu je veden na hradla, která tvoří Schmittův klopový obvod (obr. 16b). Hradla mají určité



Obr. 16b. Detektor  
špiček pro kazetový  
magnetofon

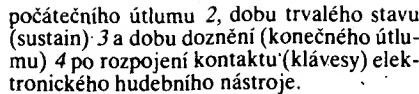
stejnosměrné předpětí, jímž lze nastavit úroveň, od které jsou špičky signálu indikovány. Výstupy hradeb jsou vedeny na vstupy monostabilního obvodu, jehož výstup ovládá rozsvěcení a zhasínání svítivé diody, která slouží jako indikační prvek. Diody jsou buzeny při špičce na vstupu obvodu krátkým impulsem.

Jako aktivní prvek je v zapojení použito pouzdro SN7400, které obsahuje čtyři hradla NAND. Ekvivalentním tuzemským obvodem je obvod MH7400. Diody jsou běžné univerzální křemíkové typy (např. z řady KA500 nebo KA200 apod.).

Practical Electronics, leden 1978

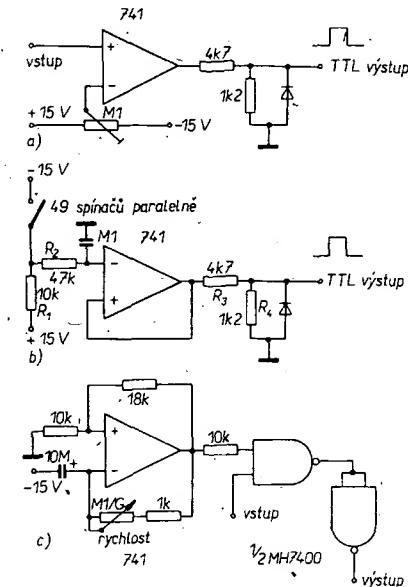
### Přechodný (přechodový) generátor

Tento podivný a nezvyklý název je přesným překladem titulku originálního článku v zahraničním časopisu – transient generator. Jde o zajímavý obvod, kterého lze využít např. v elektronických hudebních nástrojích, syntezátorech apod. V podstatě jde o to, že obvod elektronicky napodobuje úpravou impulů tónových kmitočtů stav, který nastavá v klasických hudebních nástrojích – u těch totiž tón po zahrání (tj. např. po stisku klávesy) samočinně dozívá. Přístroj podle obr. 17 upravuje vstupní impulsy pravoúhlého tvaru podle požadavků na výsledný zvuk tak, jak je to zřejmé z obr. 18. Na svislé ose je vynesená amplituda impulsu, na vodorovné ose doba, po níž je kontakt (klávesa) elektronického hudebního nástroje sepnuta a současně i doba dozívání impulsu. Všechny čtyři díly impulsu podle obr. 18 lze zařízením upravovat a volit – tj. lze volit dobu náběhu impulsu 1, dobu

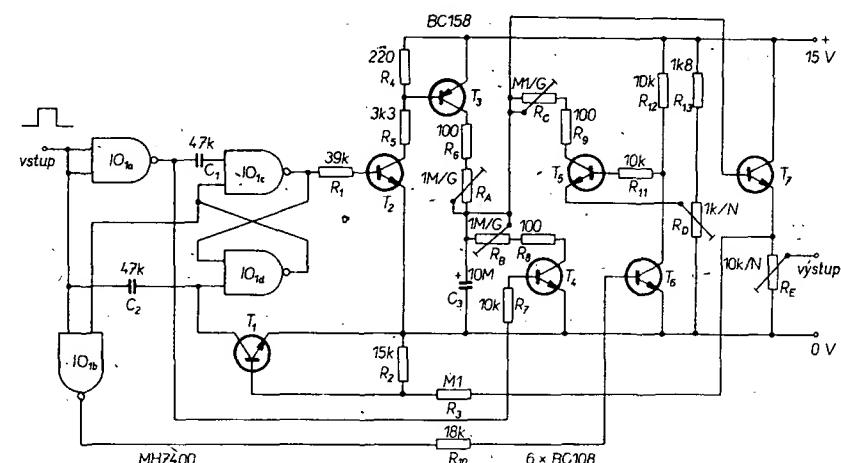


Ke své činnosti vyžaduje obvod na obr. 17 vstupní napětí, odpovídající úrovni logickým signálům TTL, tj. po stisknutí klávesy (sepnutí kontaktu) musí být na vstupu úroveň log. 1, po uvolnění klávesy (rozpojení kontaktu) log. 0. Hradla NAND  $IO_{1c}$  a  $IO_{1d}$  tvoří blokovací obvod, spouštěný hranou impulsu. Do jednoho stavu se obvod uvádí signálem přes  $C_1$ , do druhého stavu (výchozího) signálem přes  $C_2$  nebo tranzistor  $T_1$ . Je-li klávesa stisknuta, je na výstupu  $IO_{1c}$  úroveň log. 1. Tranzistory  $T_2$  a  $T_3$  jsou otevřeny, kondenzátor  $C_3$  se nabije přes  $R_6$  a odporový trimr  $R_A$  – nastavením trimru  $R_A$  se volí doba naběhu 1 podle obr. 18. Napětí na kondenzátoru ovládá činnost emitorového sledovače  $T_1$ , který zabezpečuje malou výstupní impedanci obvodu. Napětí na výstupu se tedy zvětšuje s pokračujícím nabijením kondenzátoru. Toto zvětšující se napětí se vede z výstupu i na tranzistor  $T_1$  (přes odpor  $R_1$ ), a bude-li jeho mezivrcholová velikost asi

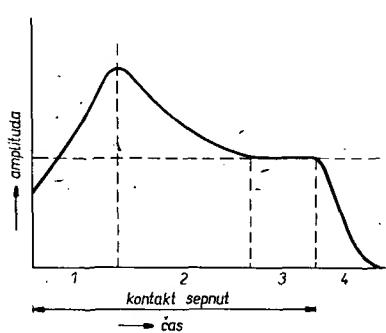
du. Tím je ukončen průběh 1 impulsu podle obr. 18, na výstupu bradla  $IO_{1b}$  se změní úroveň na log. 0. Tranzistor  $T_6$  se užavře,  $T_5$  se otevře a kondenzátor  $C_3$  se vybije přes  $R_9$  a odporový trimr  $R_C$ . Odporovým trimrem  $R_C$  lze měnit délku počátečního útlumu impulsu – tj. délku části 2 na obr. 18. Kondenzátor  $C_3$  se bude vybíjet tak dluho, dokud na něm nebude stejně napětí, jako je na běžci odporového trimru  $R_B$ . Nastavením běžce tohoto trimru lze tedy řídit dobu trvání trvalého stavu (sustain), tj. délku části 3 impulsu podle obr. 18. V popsaném stavu setrvá obvod až do té doby, než je přerušen.



Obr. 19. Interface s výstupem TTL (a), doplněk k mechanickým spínačům (b) a jednoduchý generátor signálu nízkého opakovacího kmitočtu (c)



Obr. 17. „Přechodný“ („přechodový“) generátor



Obr. 18. Části průběhu impulsu, jejichž dobu lze generátorem měnit

kontakt (uvolněna klávesa nástroje). Na výstupu  $IO_1$  se objeví úroveň log. 1, která uvede do vodivého stavu tranzistor  $T_4$ . Pak se zcela vybije náboj kondenzátoru přes  $R_8$  a odpornový trimr  $R_B$ . Změnou nastavení odpornového trimru  $R_B$  lze nastavit dobu trvání konečného útlumu impulsu, tj. části 4 na obr. 18.

Stiskneme-li klávesu před uplynutím doby náběhu nebo po částečném útlumu, signálem 'přes  $C_2$  se uvede generátor do takového stavu, který odpovídá počátku konečného útlumu (části 4 na obr. 18) impulsu.

Bude-li se tento generátor používat ve spojení se stávajícím syntezátorem, je k získání potřebného vstupního napětí pro generátor třeba „interface“, tj. meziobvod, který

upraví výstupní signál syntezátoru na signál o úrovních TTL. Příslušný obvod je na obr. 19a. Je upraven pro stav, kdy tisku klávesy odpovídá napětí větší, než je napětí po uvolnění klávesy. V opačném případě je třeba zaměnit vstupy komparátoru.

Spínání mechanických spínačů nese s sebou různé problémy (zákmity, kliksy). Úprava odstraňující tyto problémy je na obr. 19b. Odpor  $R_2$  a kondenzátor  $0,1 \mu F$  tvoří dolní propust, která redukuje nežádoucí zákmity. Výstupní signál z propusti se vede na integrovaný obvod, který je zapojen jako Schmittův klopový obvod s hysterezí 28 V. Obyvod podle obr. 19b lze např. použít k přímému ovládání „přechodného“ generátoru spínači.

Digitální obvod z obvodů na obr. 19a nebo 19b není třeba zavádět přímo do generátoru. Je-li totiž přiveden na jeden ze vstupů hradla NAND, zatímco na druhý vstup je přiveden signál z oscilátoru, dosáhneme opakováního efektu, vhodného např. k imitaci hry na mandolinu. V tomto konkrétním případě je kmitočet oscilátoru 5 Hz, na generátoru se nastaví co nejkratší úsek podle obr. 18 a zvolí se vhodně trvalá úroveň (sustain). Vhodný oscilátor opakovacího kmitočtu je na obr. 19c.

Autor zařízení doporučuje pro první poukys použít popsaný generátor s filtrem a se dvěma oscilátory, což odpovídá sestavě jednoduchého syntezátoru.

V každém případě bude asi možno získat díky tomuto přístroji různé zajímavé zvukové efekty – a to celkem jednoduše a poměrně levně.

Jako IO<sub>1</sub> poslouží z tuzemské výroby pouzdro MH7400. Všechny tranzistory kromě T<sub>2</sub> lze bez zmeny součástek nahradit naším výrobky KC508 nebo KC148. Jako T<sub>2</sub> lze použít bůd BC177 nebo KF517, popř. KFY18. Odporové trimry lze nahradit potenciometry a vyvést na panel přístroje, pak lze upravit výsledný zvuk i za hry nástroje.

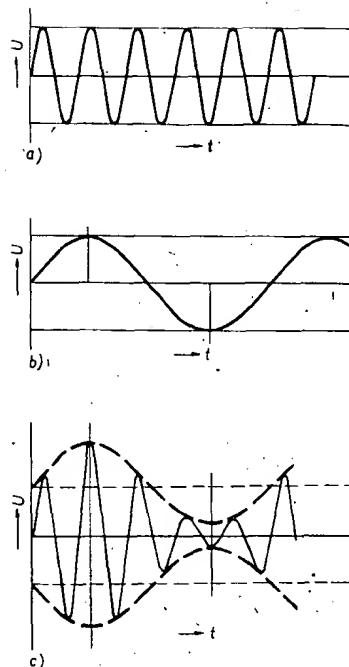
*Practical Electronics, duben 1977*

## Trikové obvody pro elektronickou kytaru

## Kytarové tremolo

Moderní hudba je poznamenána používáním nejrůznějších elektronicky „vyráběných“ efektů, k nimž nesporně patří i tremolo – rychlá, periodická změna hlasitosti hraného tónu, která dodává hrané skladbě určité hudební „napětí“. Tremolo lze samozřejmě používat nejen v kytary, je vhodné i pro elektronické varhany apod.

Popisovaný obvod – elektronické tremolo – se používá jako mezičlánek mezi vývodem



Obr. 20. Vznik tremola; a - vstupní nf signál, b - modulační signál, c - výstupní signál tremola

z kytry a vstupem do zesilovače. Schematicky lze funkci tremola znázornit průběhem základního signálu a modulačního signálu, kterým je základní signál pravidelně „potlačován“ a „zvětšován“. Na obr. 20 je na signál z kytry na obr. a, ná obr. b je modulační signál a výsledný modulovaný signál – tremolo – je na obr. 20c. Při technické realizaci se signál na obr. 20a získává z kytry (ze snímače nebo z mikrofonom), signál na obr. 20b z multivibrátoru a na obr. 20c z modulátoru.

Zapojení tremolové jednotky je na obr. 21. Tranzistory  $T_1$  a  $T_2$  tvoří astabilní multivibrátor, tranzistory  $T_3$  a  $T_4$  pracují jako modulátor. Amplituda tremolového signálu se mění v rytmu kmitočtu multivibrátoru.

Přístroj se napájí napětím, stabilizovaným Zenerovou diodou a odporem  $R_1$ , aby bylo možno napájet jednotku napětími, jaká obvykle bývají k dispozici – tj. od 9 do 30 V. Zenerová dioda má mít Zenerova napětí asi 7,5 V, z našich výrobků je tedy vhodná napětová dioda 2NZ70. Podle skutečného napájecího napětí ze zdroje je pak pouze třeba volit zatížení odporu  $R_1$  tak, aby proud diodou nasobený úbytkem napětí na odporu (tj. ztrátový výkon odporu) nepřekročil povolené zatížení odporu.

Ve výchozím stavu je vždy jeden z tranzistorů multivibrátoru otevřen a druhý uzavřen.

Po uplynutí určité doby, dané volbou odporu  $R_2$  až  $R_5$  a kapacitou kondenzátorů  $C_1$  a  $C_2$  (a bázovým predpětím tranzistorů), se multivibrátor „překlopí“; původně otevřený tranzistor se uzavře a uzavřený povede proud. Protože se tyto dva stavů neustále opakují, bude na kolektorovém odporu  $R_3$  tranzistoru  $T_2$  napětí pravoúhlého průběhu: povede-li tranzistor  $T_2$ , bude na jeho kolektoru napětí asi 7 V, bude-li uzavřen, bude jeho kolektoru nulové napětí.

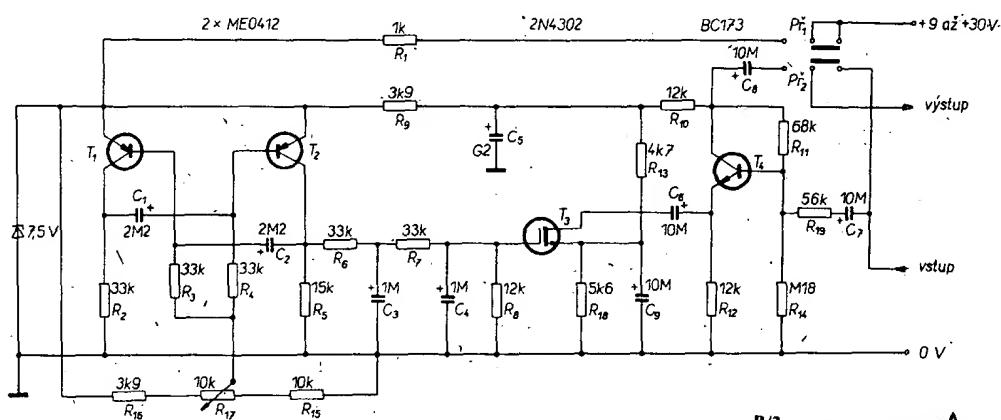
Dobu překlopení multivibrátoru a tím i kmitočet výstupního signálu lze měnit pomocí potenciometru  $R_{17}$ . Potenciometr je součástí odpovědného dělícího napětí pro báze tranzistoru multivibrátoru a v daném uspořádání dovoluje měnit kmitočet tremola v mezech od 0,2 do 10 Hz.

Kdyby se  $\text{nf}$  signál moduloval napětím pravoúhlého průběhu, byl by výsledný efekt poněkud „tvrdý“, tóny by byly jakoby hrana-lé. Proto je na výstup multivibrátoru připoje- na dvojstupňová dolní propust z odporu  $R_6$ ,  $R_7$  a z kondenzátorů  $C_3$  a  $C_4$ . Propust „oproštuje“ výstupní signál z multivibrátoru od harmonických kmitočtů, takže na výstupu tohoto dvojitého článku  $R_3$  – tedy na elek- trodě  $G$  tranzistoru řízeného polem – je signál blízký sinusovému signálu. Odopry  $R_8$ ,  $R_9$  a  $R_{10}$  tvoří napěťový dělič, který upravuje amplitudu signálu z multivibrátoru na úro-ven, vhodnou pro další zpracování v modulá- toru.

Nížní signál se do zařízení vede přes kondenzátor  $C_7$  a odpor  $R_{19}$  a to na bázi tranzistoru  $T_4$ . Na kolektoru tohoto tranzistoru, který pracuje jako zesilovač s kolektorovým odporom  $R_{10}$ , je zesílený nízkonapěťový signál. V tomto stupni se používají velmi silné zpětné vazby, a to jednak přes mezi kolektorem a zemí zapojený napěťový dělič  $R_{11}$  a  $R_{14}$  (dělič báze) a jednak přes emitorový neblokovaný odporník  $R_{12}$ . Stupeň má zesílení asi 1.

Paralelně k emitorovému odporu je však vzhledem ke střídavému napětí zapojen kondenzátor  $C_6$  a přechod elektroda D–elektroda S tranzistoru řízeného polem. V takto zapojeném obvodu se tranzistor řízený polem chová jako lineární odpór, jehož hodnota závisí na napětí mezi elektrodami D a S. Protože se napětí na elektrodě G mění v rytmu signálu z multivibrátoru, mění se odpovídajícím způsobem i emitorový odpór  $R_{12}$  změnou odporu přechodu S–D, který je k němu, jak jsme uvedli, zapojen paralelně. Tím se mění i velikost zpětné vazby, tím i zesílení tranzistoru  $T_4$  v rytmu signálu multivibrátoru (D–kolektor, S–emitor).

Bude-li tedy např. na okamžík na elektrode G tranzistoru  $T_3$  signál z multivibrátoru bude odpor přechodu S-D velmi malý a zmenší se i stupeň zpětné vazby; zesílení  $T_3$  bude velké. Tak se dosáhlo požadované modulace nf signálu napětím multivibrátoru výstupní signál na kolektoru  $T_4$  bude mít tvar podle obr. 20c.



Obr. 21. Zapojení doplňku ke kytaře – tremola

Člen  $RC$ ,  $R_9$ ,  $C_5$  omezuje vliv kolísání napájecího napětí pro  $T_4$  v závislosti na činnosti multivibrátoru. Odpor  $R_{13}$  spolu s kondenzátorem  $C_9$  a odporem  $R_{18}$  tvoří dělič napětí, kterým se upravuje pracovní bod tranzistoru  $T_3$  v závislosti na výstupním napětí multivibrátoru.

Přepínač  $P_1$  připojuje napájecí napětí,  $P_2$  slouží k volbě tremolo – bez tremola.

Vstupní odpor zařízení je 56 k $\Omega$ , vstupní napětí do 300 mV jsou zpracována se zkreslením menším než 2 %. Výstupní odpor je 4,7 k $\Omega$ .

Byl-li by požadávek měnit nejen kmitočet, ale i velikost (výraznost) tremola, lze mezi elektrody D a S tranzistoru  $T_3$  zapojit proměnný odpor asi 47 k $\Omega$ . Čím bude tento odpor menší, tím menší bude i hloubka modulace, tím méně výrazné tedy tremolo bude.

Pokud jde o nahradu součástek, lze jako  $T_1$  a  $T_2$  použít libovolné nf tranzistory, křemíkové nebo germaniové. Jako  $T_3$  by bylo třeba vyzkoušet KF520 nebo 521, jako  $T_4$  lze bez zmeny zapojení použít např. KC508 (KC148). Na ostatní součástky jsou kladený žádné zvláštní nároky. V originálu jsou sice použity kapkové tantalové kondenzátory, pro správnou činnost zařízení to však není podmínkou.

ELO, červen 1976

### Fuzz pro elektronickou kytaru

Tento článek má v originálu titulek, který, přesně přeložen, by zněl „Žádá se zkreslení s fuzzem pro kytary“. Autor tím chtěl naznačit skutečnost, že v podstatě všechny elektronické doplňky tohoto typu pro hudební nástroje, jako je elektronická kytara, se konstruují jako „zkreslovače“ signálů, který poskytuje snímač kytary nebo mikrofon. Elektronické doplňky pak méně nejen charakter výsledného zvuku, ale i jeho barvy – ke zcela zvláštním efektům lze, pak použít např. několik snímačů, jejich signály různě upravovat a po úpravě směšovat – tím lze získat „přehrslí“ nejrůznějších zvuků a současně i zábavu pro volné chvíle, v níž je vhodné spojena tvořivá technická činnost s činností hudební.

Fuzz sám o sobě je zařízení, které z původně sinusových nebo téměř sinusových signálů vytváří signály pravoúhlého tvaru s velkým obsahem harmonických kmitočt. Fuzz se obvykle konstruuje tak, že se v něm signál ze snímače zesiluje na takovou úroveň, aby byl zesilovač fuzzu přebuzen. V popisovaném zařízení je pak za přebuzený zesilovač zařazen ještě Schmittův klopný obvod, který upravuje omezený sinusový signál (vznikl přebuzením zesilovače) na signál přesně pravoúhlého tvaru.

Zesilovač fuzzu je na obr. 22 – skládá se z tranzistorů  $T_1$  a  $T_2$ . Díky přímé vazbě mezi stupni zesilovače a zpětné vazbě z emitoru  $T_2$

na bázi  $T_1$  pracuje zesilovač dobře i při širokých mezech napájecího napětí (5 až 12 V). Jsou-li použity součástky podle obr. 22, má zesilovač zisk asi 40 dB, tj. zesílení 100. Vstupní odpor je asi 200 k $\Omega$ . Zesilovač lze snadno upravit – chceme-li získat zesílení v závislosti na kmitočtu přiváděného signálu, stačí zaměnit odporný dělič ve zpětné vazbě za článek  $RC$ .

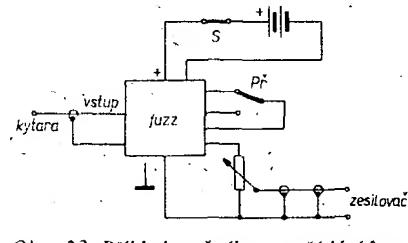
Odběr proudu zesilovače je asi 2 mA.

Aby se získalo více druhů signálů, je výstupní signál zesilovače, kromě toho, že se vede na následující tvarovací obvod, přiveden i na kontakt 2 přepínače, takže připojeným výkonovým zesilovačem lze zesílení nejen signál za tvarovačem, ale i výstupní signál ze zesilovače.

Tvarovací obvod (Schmittův klopný obvod) je osazen tranzistory  $T_3$  a  $T_4$ . Je-li vstupní napětí pro tvarovač malé, bude uzavřen tranzistor  $T_3$  a povede tranzistor  $T_4$ . Zvětšuje-li se vstupní napětí tak, že bude větší než určitá úroveň, daná mezi překlopení tvarovacího obvodu, povede  $T_3$  a uzavře se  $T_4$ . Přitom napětí potřebné k překlopení klopného obvodu do původního klidového stavu je menší, než napětí, potřebné k překlopení klopného obvodu z klidového stavu – tomuto rozdílu obou napětí se říká hysterese. V našem případě je hysterese určena prahovým napětím tranzistoru  $T_3$  a odporem 330 k $\Omega$  v bázi  $T_3$  – bude-li tento odpor nahrazen větším odporem, lze měnit činnost celého zapojení, místo klopného obvodu dostaneme zesilovač.

Výstupní signál z tvarovacího klopného obvodu se vede na kontakt 1 přepínače  $P_1$ .

Vhodné mechanické uspořádání fuzzu je na obr. 23. Autor původního článku vestavěl



Obr. 23. Příklad možného uspořádání fuzzu a ovládacích prvků

fuzz na desce s plošnými spoji do podlouhlé skřínky, u níž se velikost výstupního signálu reguluje nožním pedálem, umístěným na jedné straně skřínky, přepínač je na druhé straně skřínky a ovládá se též nohou.

Vstupní a výstupní signál je treba vést stíněnými kably, jinak by mohl být užitečný signál narušen brumem.

Jako tranzistory byly v originálu použity univerzální křemíkové typy n-p-n BC173B, BC109 atd. Lze je bez zmeny zapojení nahradit našimi typy KC509 v kovovém, nebo KC149 v plastovém pouzdře.

Vzhledem k tomu, že zapojení je velmi jednoduché a umožňuje navíc různé experimenty, při nichž lze jednak ověřovat činnost obou základních obvodů při změně jednotlivých součástek a jednak i „dělat hudbu“, lze ho doporučit k realizaci i tém méně zkušeným.

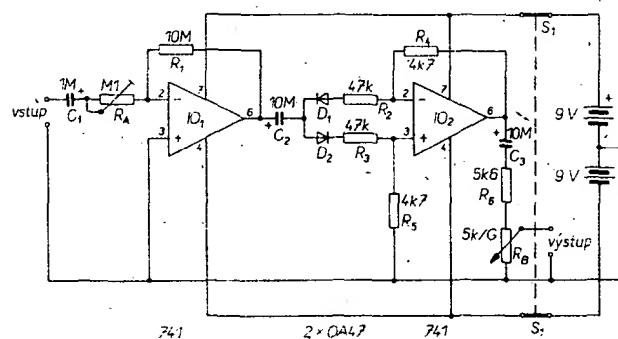
ELO č. 4/1977

### Zdvojovač kmitočtu pro kytaru

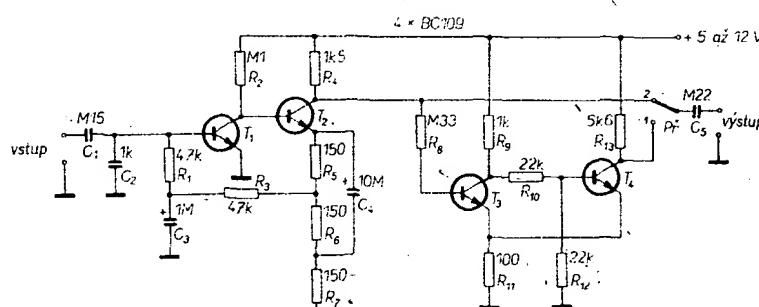
Další ze zajímavých obvodů pro elektronické kytary je zařízení, jímž lze získat ze vstupního signálu o určitém kmitočtu výstupní signál o dvojnásobku tohoto kmitočtu. Zdvojnásobení kmitočtu výstupního signálu se dosahuje jednoduchým způsobem: celovlnným usměrněním zesíleného výstupního signálu. Přitom se výstupní signál pochopitelně vzhledem ke vstupnímu signálu.

V zapojení na obr. 24 pracuje  $IO_1$  jako zesilovač signálu z kytarového snímače, signál se upravuje na velikost, vhodnou ke zpracování v usměrňovači s diodami  $D_1$  a  $D_2$ . Odporový trim  $R_A$  je třeba nastavit tak, aby na společném bodu obou diod a elektrolytického kondenzátoru  $C_2$  bylo efektivní napětí asi 4 V – to odpovídá vstupnímu napětí kolem 50 mV. Při tomto napětí na diodách je na výstupu druhého operačního zesilovače efektivní napětí asi 180 mV, které lze upravit napětovým děličem  $R_6$  a  $R_8$  tak, že dostaneme výstupní napětí v rozsahu 0 až asi 80 mV.

Druhý operační zesilovač pracuje tak, že záporné půlvlny vstupního sinusového napětí za  $D_1$  jsou vedeny na invertující vstup, takže se na výstupu objeví v kladné polaritě.



Obr. 24. Zdvojovač kmitočtu pro kytaru s operačními zesilovači



Obr. 22. Zapojení fuzzu pro kytaru; tranzistory  $T_1$  a  $T_2$  tvoří přebuzený zesilovač a tranzistory  $T_3$  a  $T_4$  tvarovač (Schmittův klopný obvod) výstupních signálů.

Kladné půlvlny za diodou  $D_2$  přejdou na výstup  $IO$  bez zmeny. V důsledku toho bude mít signál na výstupu druhého operačního zesilovače vzhledem k signálu na vstupu dvojnásobný kmitočet.

Požaduje-li uživatel zařízení menší obsah harmonických kmitočt ve výstupním signálu, lze paralelně k potenciometru  $R_8$  připojit kondenzátor s kapacitou kolem 22 nF.

Použité operační zesilovače jsou typy 741, lze je nahradit tuzemskými ekvivalentními výrobky MAA741, popř. operačními zesilovači řady MAA500, u nichž se udělá kmitočtová kompenzace, odpovídající přenášenému kmitočtovému pásmu (nf).

Practical Electronics, srpen 1977

## Elektronická sirená

Jako varovný signál je nevhodnější signál, u něhož se mění jak hlasitost, tak i výška tónu (zdánlivé nebo i ve skutečnosti). Jedno z nej-jednodušších zapojení zdroje takového signálu je na obr. 25 – jde o elektronickou sirenou, k jejímuž výstupu lze přímo připojit reproduktor. V původním článku je sirenou určena jako součást hliadacího zařízení pro motorová vozidla, napájí se tedy ze zdroje 12 V (z akumulátoru) a doplňuje se čidlem, které ji spouští.

Tranzistory  $T_1$  a  $T_2$  tvoří multivibrátor, tranzistory  $T_3$  a  $T_4$  pracují jako nf zesilovač. Protože multivibrátor dodává tón určité amplitudy a hlasitost sirenou musí kolísat (tón musí být modulován), musí se tranzistory  $T_3$  a  $T_4$  vybrat tak (důvod vyplýne z dalšího výkladu), aby jejich zesilovací činitel byl větší než 250 (malá změna předpěti bází musí vyuvolat velkou změnu proudu kolektoru).

Multivibrátor pracuje s časovými konstantami, danými články  $RC = C_1, R_1$ ,  $R_2$ . Těmito je dán výstupní signál určitého konstantního kmitočtu (a konstantní amplitudy). Tento střídavý signál se dále zpracovává zdvojovacím napěti s kondenzátory  $C_3$  a  $C_5$  a diodami  $D_1$  a  $D_2$ . Tím se získá zaporné napěti, které přes proměnný odpor  $R_A$  mění napěti na kladné elektrode elektrolytického kondenzátoru  $C_6$  (asi o 1 V). V důsledku toho bude i na bázích tranzistorů  $T_1$  a  $T_2$  „méně kladné“ předpěti. Tím se změní jak amplituda, tak i kmitočet výstupního signálu.

Při zmenšujícím se výstupním napěti se bude i nadále usměrněné napětí (diodou  $D_1$ ) na kondenzátoru  $C_5$  stále zmenšovat, což bude mít za následek, že se kmitočet i ampli-

tuda výstupního signálu opět zvýší na původní velikost. Nastavení odporových trimrů  $R_A$  a  $R_B$  určuje velikost změny kmitočtu a amplitudy. Odporovým trimrem  $R_B$  se mění pracovní bod tranzistorů  $T_1$  a  $T_2$  – v základním zapojení by na jeho běžci mělo být napětí asi  $-4$  V a na kladné elektrode elektrolytického kondenzátoru  $C_6$  asi  $+0,5$  V. Pro uvádění do chodu působí i napětí na kolektorech  $T_1$  (asi  $+7$  V) a  $T_2$  (asi  $6,5$  V). To vše za předpokladu, že Zenerova dioda má Zenerovo napětí 7,5 V (za odporom  $R_Z$ ).

Amplituda výstupního napěti na  $R_Z$  je asi 7 V (mezivrcholová velikost), signál má nesymetrický pravoúhlý průběh. Tento výstupní signál je na nf zesilovač navázán odporem  $R_S$ .

Sirenou lze napájet z libovolného zdroje napěti od 10 do 15 V, zmenší-li se odpor  $R_Z$  asi na  $150 \Omega$  lze k napájení použít i zdroj 9 V.

Po uvedení do chodu se součástkami podle schématu lze sirenou „prověřit“ i s jinými součástkami článku  $RC$ : změnou  $C_1$  v mezech  $5 \mu\text{F}$  až  $50 \mu\text{F}$  lze ovládat rychlosť změny amplitudy tónu, změnou  $C_3$  a  $C_5$  v mezech  $47 \text{nF}$  až  $0,15 \mu\text{F}$  citlivost a „polohu“ tónu, změnou  $C_1$  a  $C_2$  v mezech  $2,2 \text{nF}$  až  $5,6 \text{nF}$  změnu kmitočtu základního tónu multivibrátoru.

Při nahradě polovodičových součástek použijeme jako  $T_1$  a  $T_2$  tuzemské tranzistory KC509 nebo KC149 bez změny v zapojení – současně je zaručeno, že tranzistory mají požadovaný zesilovací činitel (větší než 250). Jako  $T_3$  lze použít KF506 až KF508 (KFY34, KFY46), popř. opět KC509 nebo KC508,

jako koncový tranzistor bude pravděpodobně nejvhodnější KD602, popř. jiný z řady KD600 nebo KD500, nebo i z řady KU.

Diody jsou univerzální křemíkové typy, nahradit je lze diodami buď z řady KA500 nebo KA200.

ELO č. 10/1977

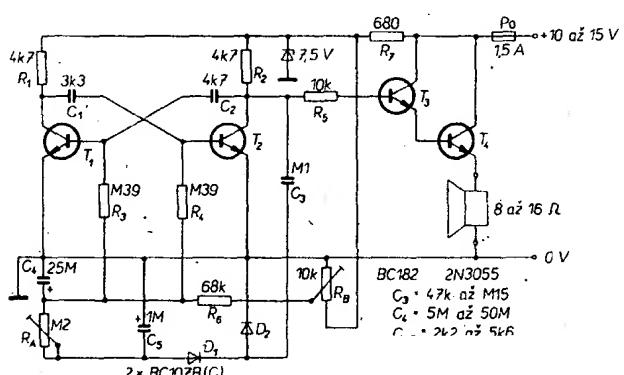
## Nf generátor signálu sinusového a pravoúhlého průběhu

Jedním z nejpoužívanějších přístrojů v dílně i v laboratoři je generátor nf signálu, jímž lze zkoušet, měřit a cestkovat nf, číslicová a mnoho dalších zařízení (např. otáčkoměry pro motorová vozidla apod.).

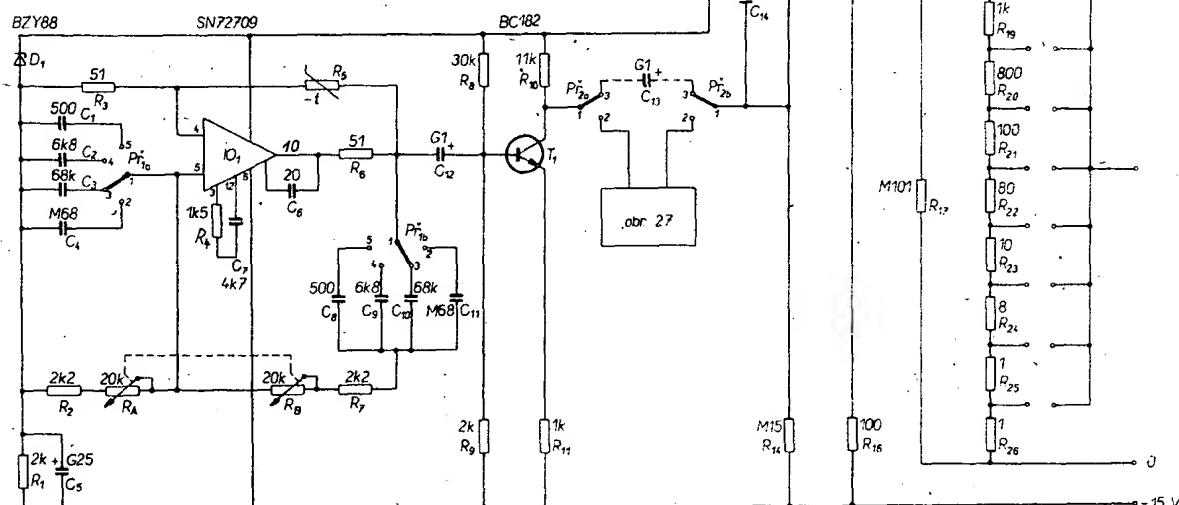
Jednoduchý nf generátor, který je vhodný pro běžné použití, je na obr. 26. Kmitočet výstupního signálu lze plynule měnit od 10 Hz do 100 kHz, maximální mezivrcholová hodnota výstupního signálu je 10 V a lze ji měnit po stupních až do 1 mV. Z výstupu lze napájet všechny zátěže až do  $600 \Omega$  (do výstupního napěti 10 mV) a přes  $100 \text{k}\Omega$  na rozsazích nad 20 mV.

Základem nf generátoru je oscilátor. V tomto zapojení je jako oscilátor s Wienovým můstekem použit integrovaný operační zesilovač typu SN72709 (ekvivalentem tuzemské výroby je MAA501, 502, 503 nebo 504). Jako zpětnovazební odpor, na němž závisí zesílení zesilovače, je použit termistor – teplotně závislý odpor. Základní zesílení je určeno poměrem odporů  $R_3$  a  $R_5$  a je asi 3. Obvod dále obsahuje kmitočtové kompenzační prvky  $C_6$ ,  $C_8$  a  $R_4$ , které zabezpečují stabilitu oscilátoru ve zvoleném kmitočtovém rozsahu.

Velikost výstupního napěti je tedy kontrolována termistorem – zvětší-li se napětí, termistorem protéká větší proud, tj. více se ohřívá, jeho odpor se zmenšuje; proto se zmenšuje i zesílení operačního zesilovače a výstupní napěti se tedy zmenší na požadovanou velikost. A stejně obráceně: zmenší-li se výstupní napěti, termistorem protéká menší proud, jeho odpor se zvětší a tím se



Obr. 25. Zapojení elektrické sirenou s jednoduchým nf zesilovačem



Obr. 26. Zapojení nf generátoru s operačním zesilovačem pro kmitočty od 10 Hz do 100 kHz a s výstupním napětím až 10 V. Generátor má čtyři základní rozsahy, volené přepínačem  $P_{r1}$ : údaj na stupnici krát 10, krát 100, krát 1000 a krát 10 000

zmenší i zpětná vazba, což má za následek větší výstupní napětí. Toto uspořádání dovoluje dosáhnout konstantního výstupního napětí na vývodu 10 operačního zesilovače (číslování platí pro obvod v pouzdře DIL, tj. pro MAA503, u kulatého kovového pouzdra typu MAA501, 502, 504 je jako výstup zapojen vývod 6).

Oscilátor je v tomto zapojení vytvořen z operačního zesilovače kladnou zpětnou vazbou z výstupu přes kmitočtové selektivní články  $RC$  ( $C_8$  až  $C_{11}$  a  $R_B$ ) na neinvertující vstup.

Kmitočet oscilátoru je určen vztahem

$$f = \frac{1}{2\pi RC}.$$

Protože  $R_B$  má v sérii ještě pevný odpor, bude v rovnici pro výpočet kmitočtu oscilátoru odpor  $R$  reprezentován součtem odporu potenciometru  $R_B$  (zapojeného jako proměnný odpor) a odporu  $R_7$ , 2,2 k $\Omega$ . Jako  $C$  do vztahu dosazuje kapacita kondenzátoru, zvoleného přepínačem  $P_1$ .

Protože je charakteristickým jevem pro operační zesilovače typu 749, že je jeho výstupní signál, překročí-li určitou velikost (na vysokých kmitočtech), dosti zkreslen, je výstupní signál omezen na několik voltů. Zenerova dioda zajišťuje spolu s odporem  $R_1$ , že je výstupní signál souměrný vzhledem k „zemí“, tj. k 0 V.

Výstupní signál z operačního zesilovače se vede na zesilovací tranzistor  $T_1$  přes oddělovací kondenzátor 100  $\mu$ F. Zesílený signál se snímá z odporu v kolektoru  $T_1$ , vede se na přepínač  $P_2$  a z něho buď do tvarovacího obvodu (viz obr. 27), nebo přímo na koncový zesilovač tranzistory  $T_2$  a  $T_3$ . Na výstupu generátoru je zapojen dělič s odpory  $R_{18}$  až  $R_{26}$ , z jednotlivých odporů lze snímat napětí 1 mV až 10 V. Zátěže do 600  $\Omega$  na rozsazích 1 až 10 mV a nad 100 k $\Omega$  (na ostatních rozsazích) nemají vliv na velikost výstupního napětí jednotlivých rozsahů generátoru.

Přepne-li se přepínač  $P_2$  do polohy 2, vede se signál do tvarovače, který upravuje sinusové napětí na napětí pravoúhlého průběhu. Tranzistory  $T_1$  a  $T_2$  (obr. 27) tvoří Schmittův klopný obvod; je-li např.  $T_1$  uzavřen, je  $T_2$  otevřen, neboť jeho báze je napájena přes odpory  $R_4$  a  $R_6$  ze zdroje -15 V. V tomto stavu obvod setrvá tak dlouho, dokud bude na bázi  $T_1$  kladná půlvalna sinusového signálu (přes  $R_1$ ). V okamžiku, kdy sinusovka vstupního signálu bude procházet vodorovnou osou a začne se měnit její úroveň na zápornou (napětí se rovná nule), na bázi  $T_1$  se začne zvětšovat záporné napětí (záporná část sinusovky), první tranzistor povede a napětí na jeho kolektoru se začne zmenšovat. Tato změna se přenese přes emitor  $T_2$  i na emitor  $T_1$  a „donutí“ tento tranzistor, že se „vypne“

– mnohem rychleji, než při běžném zapojení. Podobný pochod proběhne i při zmeně záporné části sinusovky na kladnou. Výsledkem bude napětí pravoúhlého průběhu na kolektorech  $T_1$  a  $T_2$  – signál z  $T_2$  se pro další zpracování zesiluje na +10 V tranzistorem  $T_3$  a vede na vývod 2 přepínače  $P_2$  a z něho opět na koncový zesilovač a na výstupní dělič.

Vhodný napájecí zdroj pro generátor je na obr. 28. Síťový transformátor má sekundární napětí 40 V.

Stejnosměrné napětí na  $C_1$  má být asi 55 V. A ještě k součástkám generátoru: číslování vývodů operačního zesilovače SN72749 odpovídá našemu typu MAA503, jako  $T_1$  lze použít KF508, jako  $T_2$  a  $T_3$  doplňkovou dvojici KF507/KF517, popř. KFY46/KFY18. Dvojici  $T_1$  a  $T_2$  Schmittova klopného obvodu lze nahradit tranzistory KF517, jako  $T_3$  lze použít opět KF508.

Pro správnou činnost je třeba mit dvojitý potenciometr ( $R_A$  +  $R_B$ ) s co nejlepším souběhem a lineáritou odporových dráh a kondenzátory  $C_1$  až  $C_4$  a  $C_6$  až  $C_{11}$  s tolerancí 1 %. Pak pro nejčastěji se vyskytující maximální úhel otočení hřídele dvojitého potenciometru  $R_A$  +  $R_B$  (většinou 285°) platí při cejchování následující tabulka (tab. 3).

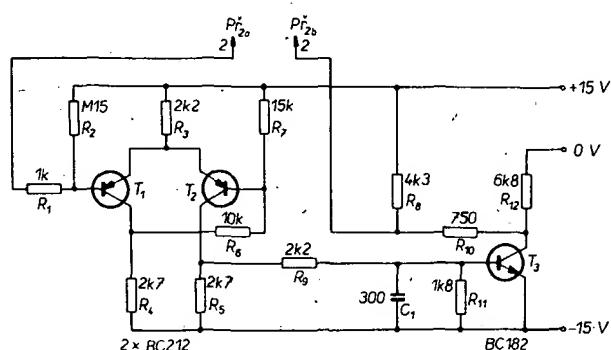
Practical Electronics, červen 1975

Tab. 3. Údaje ke kalibraci generátoru

Kmitočet [kHz]	Odpor potenciometru $R_A$ ( $R_B$ ) [k $\Omega$ ]	Násobič <sup>1)</sup>	Typický úhel natočení [°]
1,05	20,10	1,000	285
1,5	13,40	0,652	190
2	9,50	0,475	135
2,5	7,16	0,358	102
3	5,60	0,280	78,8
3,5	4,49	0,224	64
4	3,65	0,182	52
4,5	3,00	0,150	43
5	2,48	0,124	35
5,5	2,05	0,100	28,5
6	1,70	0,085	24
6,5	1,40	0,07	20
7	1,14	0,057	16
7,5	0,92	0,046	12,8
8	0,72	0,036	10,2
8,5	0,55	0,028	7,9
9	0,40	0,020	5,7
9,5	0,26	0,013	3,7
10	0,14	0,007	1,9
10,6	0,01	0,000	0

<sup>1)</sup> Násobič slouží k získání potřebného údaje o vzdálenosti nebo o úhlu mezi dvěma sousedními body stupnice.

<sup>2)</sup> Tento údaj slouží k nakreslení stupnice, použije-li se např. přesný úhlovýměr, přičemž 0° odpovídá kmitočtu 10,6 ve zvoleném rozsahu, 285° kmitočtu 1 ve zvoleném rozsahu (např. 10,6 až 1 kHz).

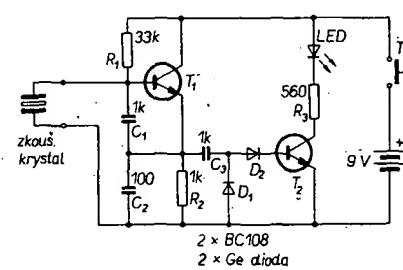


Obr. 27. Tvarovací obvod, v němž se upravuje vstupní sinusové napětí na napětí pravoúhlého průběhu

## Jednoduchý zkoušec krystalů

Často je třeba zjistit, nekmitá-li krystalový oscilátor „diky“ krystalu, nebo je-li chyba v zapojení. V takovém případě poslouží jednoduchý zkoušec, jehož schéma je na obr. 29.

Zkoušec pracuje aperiodicky, tzn. že ho není třeba nijak nastavovat. Zkoušený krytal je zapojen spolu s tranzistorem  $T_1$  a se součástkami  $R_1$ ,  $C_1$ ,  $R_2$ ,  $C_2$  jako Colpittsův oscilátor, který kmitá na kmitočtu krystalu. Vf napětí z oscilátoru se usměrňuje v napětovém zdvojovávání s diodami  $D_1$  a  $D_2$  a s kondenzátorem  $C_3$  a otvírá tranzistor  $T_2$ . V kolektoru tranzistoru je zapojena svítivá dioda (LED), která bude svítit více či méně v závislosti na výkonu.



Obr. 29. Jednoduchý zkoušec krystalů s indikací svítivou diodou. Zkoušec je zapojen jako Colpittsův oscilátor.

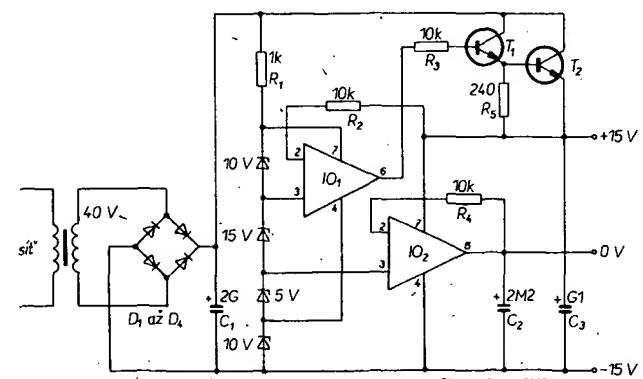
losti na velikosti usměrňovaného a zdvojovaného vf napětí, z čehož lze částečně usuzovat i na jakost použitého (zkoušeného) krystalu. Vadné krystaly pochopitelně diodu nerozsvítí.

Na výstup oscilátoru by bylo pochopitelně možno připojit i nějaký měřicí kmitočtu, pak by zkoušec mohl být použit i k identifikaci kmitočtu, na němž krystal kmitá.

Pro zkoušení krystalů do souprav pro dálkové řízení modelů, do hodin, do občanských radiostationí apod. lze jako  $T_1$  a  $T_2$  použít libovolné tzv. nf křemíkové tranzistory jako např. KC508, KC148 apod., lze samozřejmě použít i tranzistory vf, např. KF525 apod. Diody jsou univerzální, germaniové, např. z řady GA. Svítivá dioda je univerzální typ. Kondenzátory jsou keramické, tlačítko slouží jako spínač napájecího napětí, protože ke kontrole neporušení krystalu stačí přivést napájecí napětí pouze na okamžík.

Bude-li zkoušec používán např. v modelářském kroužku nebo v radioklubu, tj. častěji, je výhodné opatřit ho objímou pro zkoušené krystaly, v opačném případě lze krystal připojovat i např. krokosvorkami.

ELO č. 12/1977



Obr. 28. Zapojení zdroje, vhodného k napájení generátoru na obr. 26. Protože zdroj je navržen na souměrnou záťaze představovanou generátorem nf signálu na obr. 26, bude pracovat pouze s ním – nelze ho použít jako univerzální zdroj pro jiné účely!

## Nf generátor jako stavebnice

V zahraničí jsou velmi oblíbeny jednoúčelové stavebnice nejrůznějších přístrojů, od jednoduchých až po značně složité – typickým příkladem byla např. stavebnice kalkulačky, popsaná v AR před několika lety. Stavebnice bývají obvykle velmi dobře propracované a bezpečně splňují technické údaje, uvedené v jejich příloze.

Jednou ze zajímavých stavebnic, které vyuvinula a uvedla na trh firma ITT, jeden z největších světových výrobců polovodičových součástek, je stavebnice nf generátoru. Generátor dodává sinusový signál o kmitočtu 20 až 200 000 Hz ve čtyřech základních rozsazích 20 až 200 Hz, 200 až 2000 Hz, 2 až 20 kHz, 20 až 200 kHz. Při správném nastavení má výstupní signál zkreslení menší než 1 %. Výstupní impedance je 10 až 70 Ω a je závislá na nastavení potenciometru, jímž se reguluje úroveň výstupního signálu. Maximální úroveň výstupního napětí je 1 V.

Schéma generátoru je na obr. 30. Generá-

tor má tři přímovázané stupně. Kmitočet určující články RC se skládají z kondenzátorů  $C_1$  až  $C_{10}$  a odporek  $R_4$  až  $R_9$ . Celá tato odporek-kondenzátorová „sít“ není nic jiného, než kombinace dvou filtrů – dolní a horní propusti. Signály vysokých kmitočtů jsou ve Wienově můstku zkratovány kondenzátorem  $C_2$ , signály nízkých kmitočtů zeslabeny kondenzátorem  $C_1$ . Přitom však existuje signál jednoho kmitočtu, jehož úroveň je značná – jde o kmitočet  $f_r$ , rezonanční kmitočet článku  $RC$ , jehož velikost je určena vztahem

$$f_r = \frac{1}{2\pi RC}.$$

Rezonanční kmitočet lze měnit potenciometrem (proměnným odporem)  $R_7$  a  $R_8$ .

Tranzistor  $T_1$  zosiluje stridavý signál mezi svou bázi a kolektorem a otáčí současně jeho fázi o 180°. Stejně pracuje i  $T_2$ . Tranzistor  $T_3$  je zapojen jako emitorový sledovač, měnič impedance. Emitorový sledovač fázi signálu neotáčí, proto má signál na jeho bázi i emitoru fázový posuv 360° (2 × 180°). Vstupní a výstupní signál jsou tedy ve fázi.

V této kladné zpětné vazbě, která zabezpečuje rozkmitání oscilátoru, je tvořena cestou  $C_{11}$  – zvolenou prvkem článku  $RC$ . Tento cestou se dostává část výstupního napětí zpět na vstup (přes  $C_6$  na bázi  $T_1$ ).

Aby byla amplituda výstupního signálu v celém kmitočtovém rozsahu generátoru co nejstálejší, je použita další, tentokrát záporná zpětná vazba, a to přes  $C_{11}$ ,  $R_{14}$ ,  $R_{13}$ ,

a napěťové závislé odpor – žárovku 6 V/50 mA. Žárovka představuje napěťové závislé odpor s kladným teplotním součinitelem – její odpor se zvyšuje se teplotou zmenšuje. Zvětší-li se výstupní napětí nad zvolenou velikost, vláknou žárovky se ohřeje, jeho odpor se zmenší a zpětnovazební napětí se zvětší. Proto se zmenší i zesílení tranzistoru  $T_1$ , neboť se napětí báze přiblíží napětí emitoru.

Stejný jev v opačném smyslu nastává při zmenšení napětí na výstupu.

Základní úroveň zpětné vazby lze nastavit proměnným odporem  $R_{13}$  (trimr 220 Ω). Trimr se nastavuje tak, aby při běžci regulátoru úrovně výstupního napětí v horní poloze bylo výstupní efektivní napětí asi 1 V.

Aby byly pracovní podmínky generátoru co nejstálejší, je přístroj napájen ze síťového zdroje stejnosměrným napětím 24 V. V originálním zapojení se toto napětí získává zdvojovacem napětí; při praktické realizaci by však postačilo použít transformátor se sekundárním napětím asi 18 až 20 V a to

usměrnit buď dvojcestně nebo můstkově. Jako vyhlašovací kondenzátor by pravděpodobně stačil jeden kondenzátor o kapacitě 1000 až 2000 μF. Pro vyšší nároky by bylo vhodné stabilizovat napájecí napětí Zenerovou diodou (7 nebo 8NZ70).

Použití polovodičové prvků lze nahradit tuzemskými součástkami takto:  $T_1$  – křemíkový tranzistor n-p-n, např. KC508 (KC148),  $T_2$  – křemíkový tranzistor p-n-p, např. GC520 nebo GC521. Žárovka je běžná, typ pro kapesní svítidlo (nebo tzv. telefonní) pro napětí 6 V a proud 50 mA.

Stavební návody ITT

## Elektronické hry

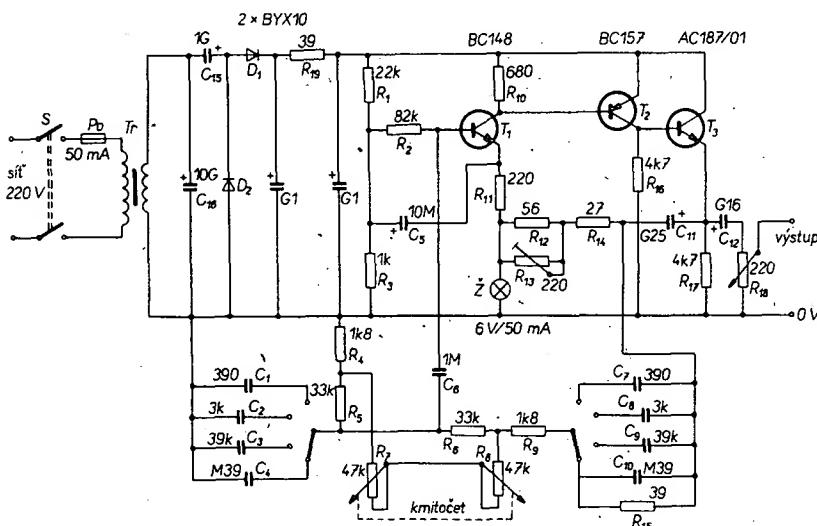
Velmi vhodnými předměty amatérských konstrukcí, při nichž lze snadno vnikat nenápadně do tajů např. číslicové techniky, jsou nejrůznější „transformace“ původně mechanických her a hráček. V tomto časopisu bylo popsáno již několik náhrad různých společenských her elektronickými přístroji, naposledy to byla např. ruleta, několikrát byla popsána elektronická kostka, přístroj pro náhodnou volbu čísel Sportky apod.

Dnes si popíšeme několik dalších elektronických náhrad původně mechanických her.

### Elektronické „tahání sirek“

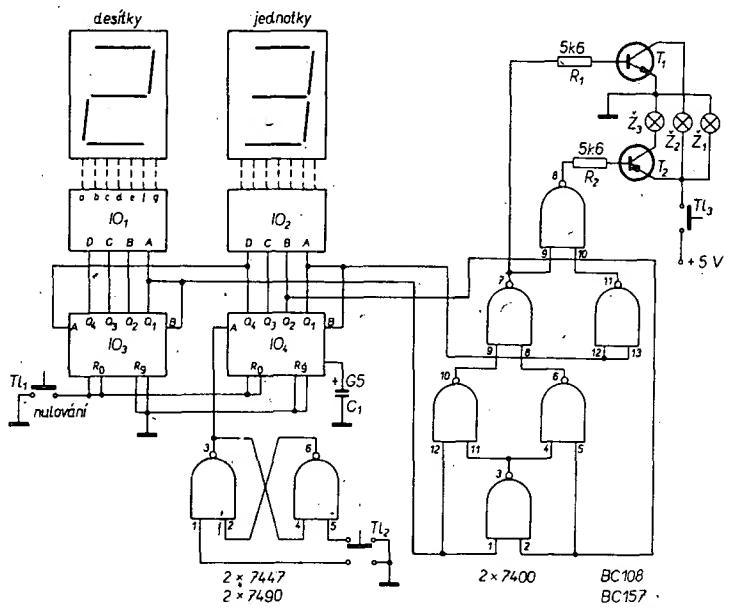
V originálu se tento druh her nazývá Knobelspiel, v češtině není přesný ekvivalent tohoto slova, který by dokonale popsal tuto hru. Jde vlastně o druh elektronické hry, která u nás byla již popsána a která se nazývá NIM. Hra vznikla pravděpodobně tak, že se hledal způsob, jak demonstrovat „inteligenci“ počítaců např. při exkurzi většího počtu zájemců ve výpočetním středisku. Jeden z návštěvníků pak hrál tuto hru s počítacem jako protihráčem – a ve většině případů prohrál.

Zapojení hry je na obr. 31. Pravidla hry jsou velmi jednoduchá: dva hráči přidávají



Obr. 30. Nf generátor s výstupním napětím 0 až 1 V, kmitočtový rozsah 20 Hz až 200 kHz, zkreslení max. 1 %

tor má tři přímovázané stupně. Kmitočet určující články  $RC$  se skládají z kondenzátorů  $C_1$  až  $C_{10}$  a odporek  $R_4$  až  $R_9$ . Celá tato odporek-kondenzátorová „sít“ není nic jiného, než kombinace dvou filtrů – dolní a horní propusti. Signály vysokých kmitočtů jsou ve Wienově můstku zkratovány kondenzátorem  $C_2$ , signály nízkých kmitočtů zeslabeny kondenzátorem  $C_1$ . Přitom však existuje signál jednoho kmitočtu, jehož úroveň je značná – jde o kmitočet  $f_r$ , rezonanční kmitočet článku  $RC$ , jehož velikost je určena vztahem



Obr. 31 Zapojení elektronické hry (varianta hry NIM) se sedmisegmentovými minitronovými displeji. Čísla u vývodů hradel NAND odpovídají vývodům pouzdra integrovaného obvodu MH7400 (jsou třeba dve pouzdra). Doplňkovou dvojicí tranzistorů lze nahradit tuzemskými typy KF507 a KF517. Žárovky jsou tzv. telefonní pro napětí 6 V a proud

50 mA. Při použití jiných dekodérů-budiců (MH74141) by k indikaci bylo možno použít i běžně dostupné digitrony

střídavě jednotlivá čísla od 1 do 3 včetně základu, začínajícímu nulou. Ten hráč, který jako první dosáhne určitého celkového počtu (např. 25, 45, 65 nebo 85), je vítězem hry. Jednoho z hráčů reprezentoval v uvedeném příkladu počítac, v našem případě je počítac velmi zdjednodušen na „elektronického“ hráče, jehož schéma zapojení je částí celkového zapojení hry na obr. 31. Skutečný hráč v našem případě tedy přidává k základu střídavě jednak to číslo, které si zvolil sám, a jednak číslo podle volby přístroje.

Aby přístroj byl co nejjednodušší, vkládají se čísla do přístroje (čili přičítají se k základu) tlačítkem  $T_1$ , jak při hře přístroje, tak při hře (tahu) skutečného hráče.

Na začátku každé hry se tlačítkem  $T_1$  nastaví na minitronovém ukazovateli stav 00, tj. 0.desítek, 0 jednotek. Pak se tlačítkem  $T_2$  (obě hradla NAND v sérii s tlačítkem tvoří tzv. bezzákladový spinač, je použita jedna polovina obvodu 7400) zvolí číslo 1, 2 nebo 3, tj. tlačítko se stiskne jednou, dvakrát nebo třikrát. Vzniklé impulsy se čítají desítkovými čítači 7490 a přes dekódery – budíce typu BCD 7447 se pak rozvíjí odpovídající číslo na minitronovém displeji (sedmsegmentová indikace). Minitrony tedy indikují po každém herním kroku celkový stav hry (součet všech impulsů, tj. stisků  $T_2$  od začátku hry).

Stav čítačů se dále přenáší přes obvod logiky ze šesti hradel NAND a tranzistor (p-n-p nebo n-p-n) na jeden pól žárovek  $Z_1$  a  $Z_2$ . Stiskne-li hráč tlačítko  $T_3$ , ukáže přístroj počtem rozsvícených žárovek, jaké číslo do hry volil, tj. jaké číslo od 1 do 3 musí hráč v zastoupení přístroje k původnímu stavu, indikovanému minitrony, přičít, tj. kolikrát musí hráč stisknout tlačítko  $T_2$  za přístroj.

Kdo hru začíná, je zcela lhůtejné. Má-li hru začít přístroj, je třeba nejprve stisknout tlačítko  $T_1$ , zjistit počet svítících žárovek a podle jejich počtu stisknout tlačítko  $T_2$ . Pak hráč stiskne tlačítko  $T_2$  podle své volby.

V zapojení je velmi důležitý kondenzátor  $C_1$ , který by měl být umístěn co nejbliže k  $IO_4$  mezi přívody napajecího napětí. V opačném případě mohou impulsy, vznikající ve větvi napajecího napětí při spinání tranzistorů a žárovek mít za následek falešné spouštění čítačů a tím i chybnou indikaci na minitronech.

Kdo nezná logiku této hry, bude velmi překvapen tím, že „přístrojek“ téměř vždy vyhrají. Teprve po odhalení zákonitosti hry nemá přístroj žádnou šanci na vítězství.

Přístroj byl v originále zkonstruován na dvou deskách s plošnými spoji. Na jedné desce byly umístěny minitrony a integrované obvody  $IO_1$  a  $IO_2$ , ostatní součásti byly na druhé desce.

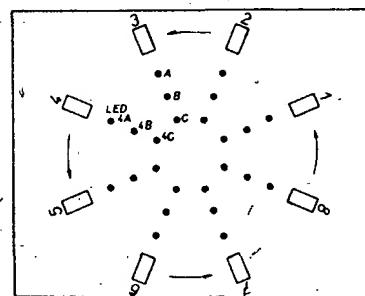
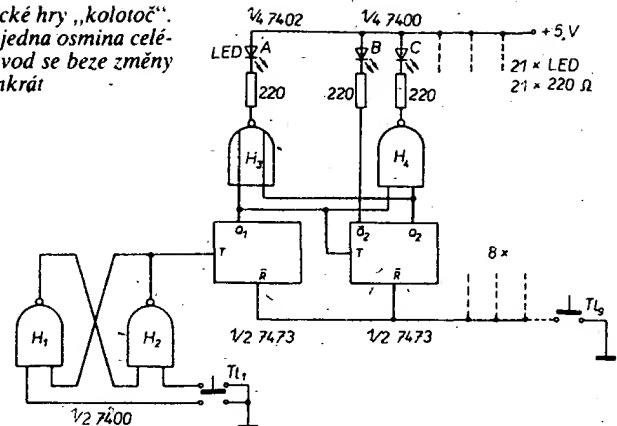
Přístroj lze napájet ze čtyř článků 1,5 V nebo ze stabilizovaného síťového zdroje s výstupním napětím 5 V.

Funkschau č. 25/1974

### Kolotoč

Pod tímto názvem byla uveřejněna společenská hra, jejímž charakteristickým rysem je důležitost zvolit určitou strategii „boje“. Ke hře je třeba běžná hráči kostka, hru mohou hrát dva hráči. Hráči střídavě házejí kostkou a příslušný počet „ok“ kostky vkládají pak do přístroje (stisknutím příslušného tlačítka) – obr. 32. Přitom platí toto pravidlo: každému hráči „patří“ polovina hracího pole (obr. 33) se čtyřmi tlačítky s dvanácti svítivými diodami. Podle počtu ok na kostce stiskne hráč odpovídající počet tlačitek (ve směru

Obr. 32. Zapojení strategické hry „kolotoč“. Na obrázku je nakreslena jedna osmina celého zapojení – uvedený obvod se beze změny opakuje osmkrát



Obr. 33. Uspořádání hracího pole. Tlačítka se stisknou pouze ve směru šipek, každému z hráčů patří jedna polovina hracího pole. Tlačítka jsou umístěna po obvodu hracího pole, ke každému z nich patří tři svítivé diody v řadě

šípky) za sebou, nesmí žádné vynechat. Místo startu (tj. číslo tlačítka, které stiskne jako první) si každý hráč volí libovolně po každém hodu kostkou s tím omezením, že startovat musí na své polovině hřiště.

(Např.: hráč A hodil kostkou, na kostce se objevilo pět ok. Jako startovací místo zvolí tlačítko 1 a stiskne tedy tato tlačítka: 1, 2, 3, 4 a 5. Hráč B hodí tři oka, jako startovací zvolí tlačítko 6 a stiskne tedy tlačítka: 6, 7 a 8).

Po každém stisknutí tlačítka se pak rozsvítí jedna ze svítivých diod, které jsou s ním v řadě, a zůstane rozsvícena. Stiskne-li se tedy během hry totéž tlačítko, budou svítit všechny tři diody v řadě. Po čtvrtém stisknutí tlačítka všechny tři diody zhasnou. Tento jev vede ke strategii hry, neboť celou hru vyhrává ten hráč, na jehož hracím poli jsou rozsvíceny všechny diody. Vhodnou volbou startu (prvního tlačítka) lze totiž zničit soupeřovu sanci na výhru tím, že mu „pozhasináme“ co nejvíce počet rozsvícených trojic diod.

K pravidlům hry je třeba dodat, že je zcela lhůtejno, zvítězí-li hráč svým vlastním přičítáním, nebo chybou (nevzhodnou strategii, špatnou volbou startu) soupeře. Je tedy jedno, rozvítí-li se všechny diody po našem vlastním tahu, nebo po tahu soupeře.

Pokud jde o elektrické zapojení, je základní část hracího „strojku“ na obr. 32. V přístroji se opakuje osmkrát. Jedno oko kostky se vkládá do přístroje stisknutím jednoho z tlačitek  $T_1$  až  $T_8$  (na obrázku je pouze

jedno  $T_1$ ). Tlačítko je pro bezzákladové sepnutí doplněno dvěma hradly NAND. Zaporná hrana stisknutím tlačítka vzniklého impulsu budí oba do série zapojené klopné obvody J-K (jedno pouzdro 7473). Výstupy těchto klopných obvodů budí přes logiku z hradla NOR a hradla NAND svítivé diody. Způsob dekódování je zřejmý z tabulky.

Tab. 4. Způsob dekódování pro zapojení z obr. 32

Takt	Výstupy	LED (obr. 33)
0	$\bar{Q}_1 \bar{Q}_2 \bar{Q}_3 \bar{Q}_4$ $H L H L$	–
1	$L H H L$	A
2	$H L L H$	AB
3	$L H L H$	ABC
4	$H L H L$	–

Z tabulky pro LED A platí

$$A = \bar{Q}_1 \bar{Q}_2 + \bar{Q}_1 Q_2 + Q_1 Q_2$$

Po použití minimalizační metody (Karnaugh, Quine-Mc Cluskey) lze obdržet vztah ve zjednodušené formě

$$A = Q_1 + Q_2$$

Použije-li se hradlo NOR, platí vztah

$$A = \bar{Q}_1 + \bar{Q}_2$$

Z tabulky dále platí pro LED B

$$B = \bar{Q}_1 Q_2 + Q_1 Q_2$$

Po minimalizaci obdržíme vztah

$$B = Q_2$$

Aby bylo možno budit i tento LED signálém o úrovni L, musí být připojen k výstupu  $\bar{Q}$ .

Pro LED C lze z tabulky ihned zjistit, že

$$C = Q_1 Q_2$$

Hradlo NAND bude mít i v tomto případě na výstupu úroveň L.

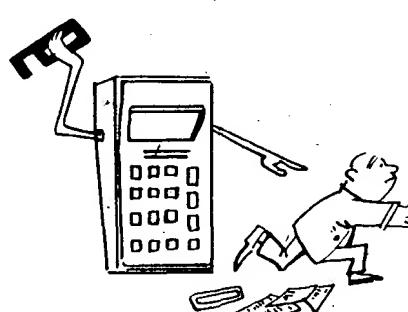
Všechny nulovací vývody klopných obvodů jsou spojeny a vyvedeny na tlačítko  $T_9$ . Před začátkem hry zhasnou po stisknutí tohoto tlačítka všechny rozsvícené svítivé diody.

K napájení přístroje je třeba zdroj napětí 4,7 až 5 V. Odber proudu je max. 400 mA. ELO č. 2/1977

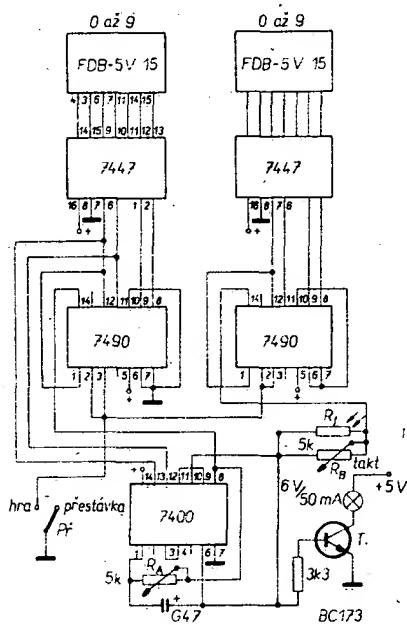
### Kaliber – elektronický terč

Před několika lety bylo v AR popsáno zařízení, určené k nácviku střelby v místnosti – maketa pušky byla opatřena zdrojem světla a optikou, souštědřující světelné paprsky do svazku co nejmenších rozměrů a jako terč sloužilo zařízení, vyhodnocující zásahy touto „světelnou puškou“.

Přesnou náhradou onoho elektronického terče, ovšem mnohem jednodušší a dokonalejší, je zařízení podle obr. 34. Zařízení je vestavěno ve skřínce, jejíž přední část je tvořena běžným papírovým terčem, který má



v místě terčových kruhů pro 9 a 10 díru, v níž je umístěn fotoodpor. Dopadne-li na fotoodpor světlý paprsek, „zapracuje“ logika přístroje a na displeji, který je umístěn nad papírovým terčem, se objeví číslo: značící celkový počet zásahů (od 0 do 9). Kromě indikace počtu zásahů se indikuje na dalším displeji (každý je tvořen sedmisegmentovou číslicovkou LÉD) počet střel od 1 do 10 (tj. do desíti). V rytme změn číslic na tomto druhém displeji musí střelec střílet, dobu mezi dvěma čísly (mezi dvěma výstřely) lze volit v určitém rozmezí. Oba dva údaje na číslicovkách lze vymazat nulovacím tlačítkem (v zapojení na obr. 34 v poloze „přestávka“). Je-li nulovací tlačítko (přepínač „Př“) v pravé krajní poloze, blíká též signální žárovka a to tak rychle, jak rychle bude třeba střílet, aby počet střel odpovídal maximálnímu možnému počtu – tj. 10. V této poloze přepínače se tedy střelec připravuje ke střelbě, střelba začíná současně s přepnutím nulovacího tlačítka do opačné polohy (poloha „hra“).



Obr. 34. Elektronický terč s indikací počtu pokusů (výstrelů) a zásahů číslicovkami LED

Základním prvkem elektronického terče je generátor hodinových impulsnů, realizovaný třemi hradly NAND pouzdra 7400. Kmitočet generátoru je určen kapacitou kondenzátoru (470  $\mu$ F) a polohou běžeckého potenciometru – proměnného odporu  $R_A$ . Hodinové impulsy se vedou přímo na vstup prvního z čítačů (tj. na vývod 14 pouzdra 7490). Ten čítá impulsy od 0 do 9 tak dlouho, dokud je spojen nulovací vstup přes  $P_f$  se zemí. Dosáhne-li čítač 9, je na vývodech 11a a 12 signál o úrovni H. Oba tyto signály se vedou na čtvrté z hradel pouzdra 7400. Na jeho výstupu je tedy signál o úrovni L, generátor hodinových impulsnů přestane pracovat. Tentototo stav zůstane zachován do té doby, dokud nebude  $P_f$  v opačné poloze; přitom se oba čítače (činnost druhého je popsána dále) vynulují.

Druhý čítač má na vstupu fotoodpór. Paralelně k fotoodporu je zapojen potenciometr jako proměnný odpor ( $R_B$ ). Potenciometrem lze nastavít citlivost zapojení tak, aby čítač reagoval pouze na intenzivní světelný signál a nikoli třeba na běžné denní světlo. Navíc má zapojení tu vzláštnost, že registruje zásah pouze tehdy, příjeď-li světelny impuls na fotoodpor v době kladného hodinového impulsu, tj. tehdy, rozsvítí-li se signální žárovka. V opačném případě (v době mezi dvěma rozsvícenými žárovkami) se zásah neregistruje, stejně jako se neregistruje po skončení střeleckého cyklu (tj. indikuje-li displej, registrující taktovací impulsy, nulu).

Elektronický terč se napájí ze zdroje 5 V. Odběr proudu je asi 250 mA.

Pro zájemce uvádím ještě seznam článků s tématikou elektronických her, které jsem do této kapitoly nezahrnul především z důvodu velké složitosti zapojení nebo nedostupnosti většího množství součástek (obvykle integrovaných obvodů). Seznam není pochopitelně vyčerávající.

Elektronisches Murmelspiel (elektronická obdoba hry s kuličkami, popř. hry, která se nazývá „blechy“). Elektor, leden 1977

Electronic wheel of fortune (obdoba rulety). Popular Electronics (říjen 1975)

Popular Electronics, říjen 1975.  
Superhirn (hra, cvičící logické, kombinatorní  
myšlení). Elektor, leden 1977

Build electronic roulette (postavte si elektro-nickou ruletu). Radio-Electronics, prosinec 1976.

Formel-(simulované závody aut). ELO č.  
6/1976.

## Císlicová technika

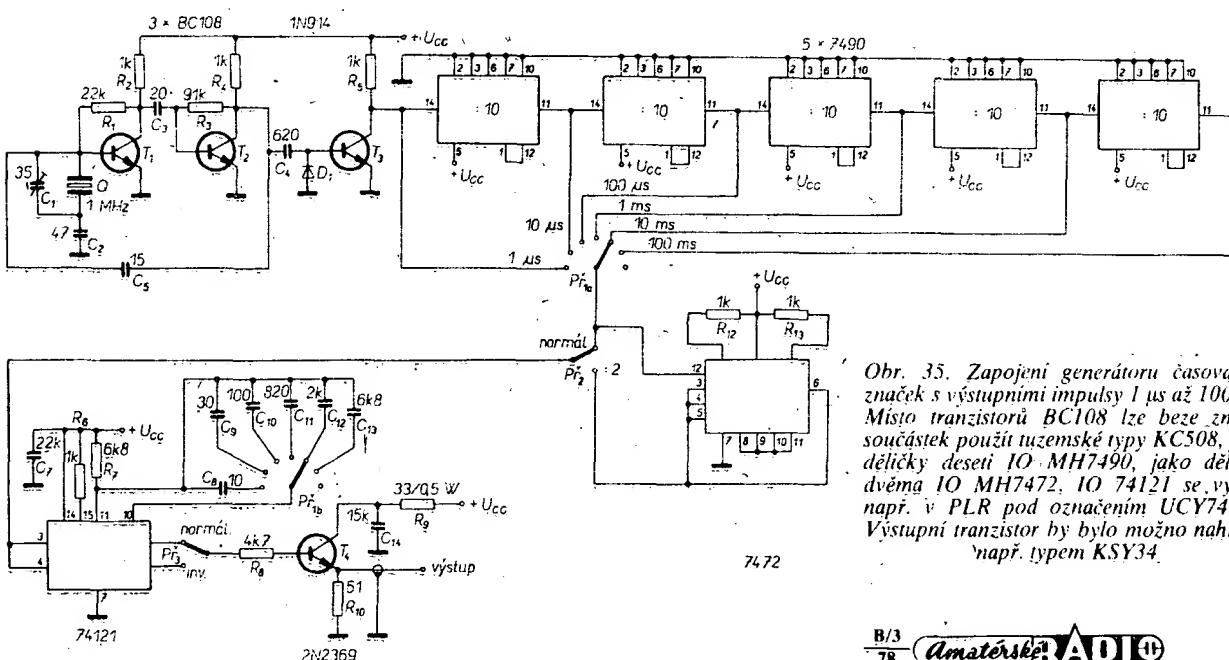
## **Ekonomický generátor časových značek (jednoduchý časový a kmitočtový kom- parátor)**

Při všech měřeních, při nichž se používá osciloskop, je velmi vhodným doplňkovým přístrojem generátor časových značek, kontroloující přesnost časové základny. Popsaný přístroj vhodně spojuje snažnou konstrukci a malý počet potřebných součástek s co největší dosažitelnou přesností. I když je v původním článku přístroj popisován jako ucelená stavební jednotka, lze ho použít i jako součást např. čítačů kmitočtu, popř. jako součást kalibrátoru osciloskopů apod.

Generátor časových značek (marker) je v podstatě generátorem impulsů, u něhož je interval mezi impulsy přesně definován. Přitom je sířka impulsů vzhledem k mezeře mezi nimi velmi malá, takže na obrazovce se jednotlivé impulsy jeví jako svíslé čárky. To umožňuje např. nastavít časovou základnu osciloskopu tak, aby se jednotlivé impulsy kryly s linkami měřící mřížky na obrazovce osciloskopu.

Generátor časových značek je na obr. 35. Základem přístroje je krystalový oscilátor, tvořený tranzistory  $T_1$ ,  $T_2$  a krystalem 1 MHz. Tranzistor  $T_3$  pracuje jako oddělovací zesilovač. Na jeho kolektoru jsou impulsy 1 MHz, jejichž amplituda se střídavě mění z nuly na 5 V. Výstupní signál z kolektoru třetího tranzistoru je přiveden přímo na vstup prvního z pěti desítkových děličů typu 7490. Na výstupech jednotlivých děličů jsou pak signály o kmitočtech 100 kHz, 10 kHz, 1 kHz, 100 Hz a 10 Hz. Požadovaný kmitočet výstupního signálu a tím i interval impulsů mezera se volí přepínačem  $P_{1a}$ . Signál se pak vede na integrovaný obvod 74121 bud přímo, nebo přes integrovaný obvod 7472 (v závislosti na poloze přepínače  $P_{1b}$ ). Integrovaný obvod 7472 je zapojen jako dělička dváma, takže kmitočet signálu na sběrači přepínače  $P_{1a}$  je po průchodu tímto integrovaným obvodem poloviční.

Právě protože se při vývoji přístroje příšlo na to, že je při různých kmitočtech výstupního signálu třeba impulsní různé šířky, aby byla zachována jejich čitelnost na obrazovce osciloskopu, jsou upravovány šířky impulsu v závislosti na kmitočtu obvodem s IO MH74121. Optimální šířka impulsů, stano-



Obr. 35. Zapojení generátoru časovacích značek s výstupními impulsy 1 μs až 100 ms. Místo tranzistorů BC1108 lze bezpečně použít tuzemské typy KC508, jako deličíky deseti IO MH7490, jako deličíku dvěma IO MH7472, IO 74121 se vyrábí např. v PLR pod označením UCY74121. Výstupní tranzistor by bylo možno nahradit např. typem KSY34.

vená experimentálne v rozmezí od 50 ns do 35  $\mu$ s, je v tabuľke:

Tab. 5. Šírka impulsov v závislosti na poloze prepínaču Př<sub>1</sub> a Př<sub>2</sub>

Rozsah	Kmitočet	Šírka impulsu
1 $\mu$ s	1 MHz	50 ns
2 $\mu$ s	500 kHz	
10 $\mu$ s	100 kHz	150 ns
20 $\mu$ s	50 kHz	
100 $\mu$ s	10 kHz	500 ns
200 $\mu$ s	5 kHz	
1 ms	1 kHz	4 $\mu$ s
2 ms	500 Hz	
10 ms	100 Hz	10 $\mu$ s
20 ms	50 Hz	
100 ms	10 Hz	
200 ms	5 Hz	35 $\mu$ s

Integrovaný obvod 74121 pracuje ako monostabilní multivibrátor. Výstup Q na vývodu 6 má signál H, menejli sa úroveň vstupního signálu (vývody 3, 4) z H na L. Čas, po ktorý bude na výstupu úroveň H, je dán časovacím článkom RC (odpor R<sub>T</sub> a kondenzátor, zvodený prepínačom Př<sub>1b</sub>).

Kapacity časovacích kondenzátorov sú vypočítané podľa vzťahu

$$t_{výst} = C_T R_T \ln 2,$$

kde t<sub>výst</sub> je šírka výstupního impulsu v ms, C<sub>T</sub> kapacita časovacieho kondenzátoru v  $\mu$ F, R<sub>T</sub> časovací odpor v k $\Omega$  (v obr. 35 6,8 k $\Omega$ ), ln 2 = 0,7.

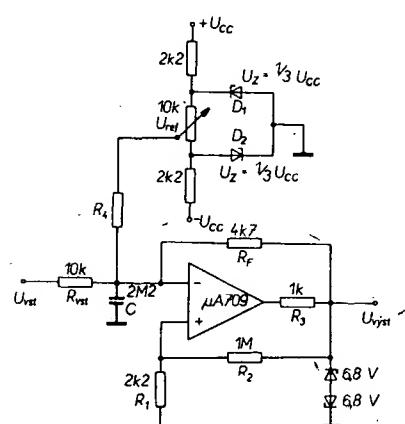
Vývod 1/pouzdra 74121 je výstupem  $\bar{Q}$  – je na ném signál inverznej k signálu na výstupu Q. Prepínačom Př<sub>3</sub> sa volí ako výstupní signál bud signál Q alebo  $\bar{Q}$ . Tranzistor T<sub>4</sub> slúži ako oddělovací zosilovač a predstavuje zdroj o malé impedancii.

Generátor sa napája ze zdrojov 5 V. Odběr proudu je asi 500 mA.

Wireless World, listopad 1977

### Konvertor analogových veličín na impulsy promenné šírky

Zapojenie s operačným zosilovačom μA709 (MAA501 až 4) na obr. 36 môže slúžiť ako konvertor analogových signálov ze senzorov a iných snímačov a čidel na šírkové modulované pravoúhlé impulsy, ktoré sa dajú výhodne prenášať i na veľké vzdálosťi – napríklad v průmyslových riadiacich procesech apod.



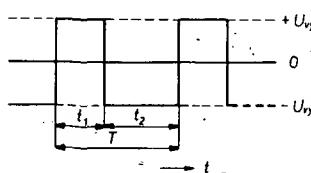
Obr. 36. Základné zapojenie konvertoru analogových signálov na impulsy promenné šírky

Základný obvod-konvertor je na obr. 36. Vstupní analogový napětový signál U<sub>vi</sub> se přivádí na invertující vstup operačního zosilovače (vývod „-“) přes odpor R<sub>vi</sub>. Kondenzátor C, ktorý je pripojen ze stejného vstupu na zem, bude sa nabíjať a vybijet přes odpor R<sub>vi</sub> a R<sub>F</sub> (zpětnovazební odpor): Výstupní signál, omezený Zenerovými diodami se Zenerovým napětím 6,8 V, se přivádí na neinvertující vstup (vývod „+“) přes dělič z odporu R<sub>1</sub> a R<sub>2</sub>. Odpor R<sub>3</sub>, zapojený ve výstupu operačního zosilovače, omezuje výstupní proud na zvolenou velikost. Celé zapojení je ještě doplněno nulovacím obvodem se dvěma Zenerovými diodami a potenciometrem, na jehož běžci se získává referenční napětí, které se přivádí na invertující vstup operačního zosilovače.

### Princip činnosti

Předpokládejme že je na výstup konvertoru přiložen kladný analogový signál a že výstupní signál konvertoru je též kladný. (Jak si ukážeme, napětí na výstupu může dosahovat pouze dvou úrovní – jedné kladné a jedné záporné). Za této podmínky se bude nabíjet kondenzátor C kladným napětím vzhledem k zemi, a to jednak kladným signálem ze vstupu přes odpor R<sub>vi</sub> a jednak kladným signálem z výstupu přes odpor R<sub>F</sub>. Pro tuto úvahu zanedbáváme proud z nulovacího obvodu se Zenerovými diodami. Napětí na kondenzátoru se zvětšuje až do té doby, až je poněkud větší než napětí na neinvertujícím výstupu. Pak bude výstupní napětí operačního zosilovače záporné a toto záporné napětí se okamžitě přenese zpět na výstup (neinvertující) a „zpomaluje“ rychlosť změny polarity výstupního napětí. Dosáhne-li výstupní napětí U<sub>výst</sub> maximální záporné úroveň, náboj na kondenzátoru C se vybije přes odpor R<sub>F</sub> rychleji, než se stačí kondenzátor nabijet přes odpor R<sub>vi</sub> vstupním signálem. Zmenší-li se napětí na kondenzátoru C na velikost, která je poněkud menší než současně se vyskytující napětí na neinvertujícím výstupu operačního zosilovače, změní se výstupní napětí U<sub>výst</sub> na kladné a zůstane kladné až do počátku dalšího pracovního cyklu.

Nulovací obvod umožňuje nastavit šírku výstupních impulsov. S nulovým vstupním signálem lze nastavit potenciometr 10 k $\Omega$  tak, aby i výstupní napětí bylo nulové (jeho střední hodnota). Pro tento vyvážený stav platí, že t<sub>1</sub> (doba trvání kladného výstupního napětí) se rovná t<sub>2</sub> (doba trvání záporného výstupního napětí), viz obr. 37.



Obr. 37. Typický průběh výstupního napětí

Doba t<sub>1</sub> lze určit ze vztahu

$$\left( \frac{U_{vi}}{R_{vi}} + \frac{U_{vyst}}{R_F} + \frac{U_{ref}}{R_4} \right) t_1 = 2CU_{vyst} \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

Doba t<sub>2</sub> lze určit ze vztahu

$$\left( \frac{U_{vi}}{R_{vi}} - \frac{U_{vyst}}{R_F} + \frac{U_{ref}}{R_4} \right) t_2 = 2CU_{vyst} \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

Poměr doby t<sub>1</sub> k periodě T napětí pravoúhlého průběhu je dán vztahem

$$\frac{t_1}{t_1 + t_2} = \frac{1}{2} - \frac{\frac{U_{vi}}{R_{vi}} + \frac{U_{ref}}{R_4}}{2(U_{vyst}/R_F)}$$

Zajímavé je, že se v uvedených vztazech nevyskytuje kapacita kondenzátoru C. Změ-

ny kapacity kondenzátoru tedy nemájí vliv na přesnost vztahu t<sub>1</sub> a t<sub>2</sub>, poměr obou časů je pouze lineární funkcí vstupního napětí.

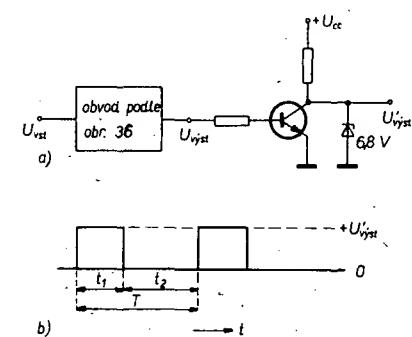
Přesnost konvertoru závisí tedy pouze na přesnosti, s jakou je udržována konstantnost výstupního a referenčního napětí s teplotou.

Kmitočet výstupního napětí pravoúhlého průběhu je dán vztahem.

$$f = \frac{1}{t_1 - t_2} = \frac{1 - \left( \frac{U_{vi}}{R_{vi}} + \frac{U_{ref}}{R_4} \right)^2 \left( \frac{R_F}{U_{vyst}} \right)}{4 \frac{R_1}{R_1 + R_2} R_F C}$$

Z rovnice vyplývá, že vhodnou volbou rozsahu výstupního signálu lze dosáhnout toho, že kmitočet výstupního signálu bude téměř konstantní, což se při některých aplikacích vyžaduje.

Jednoduchou úpravou obvodu lze pak dosáhnout i výstupního napětí jedné polarity, což je též při některých aplikacích potřebné (obr. 38).



Obr. 38. Doplněk obvodu z obr. 36 k získání výstupního napětí jedné polarity

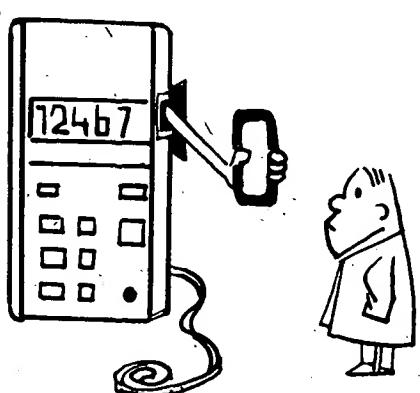
Obvod lze aplikovat všude tam, kde analogové výstupní napětí z různých teplotních, tlakových a jiných čidel je třeba převést na tvar, vhodný k digitálnímu zpracování.

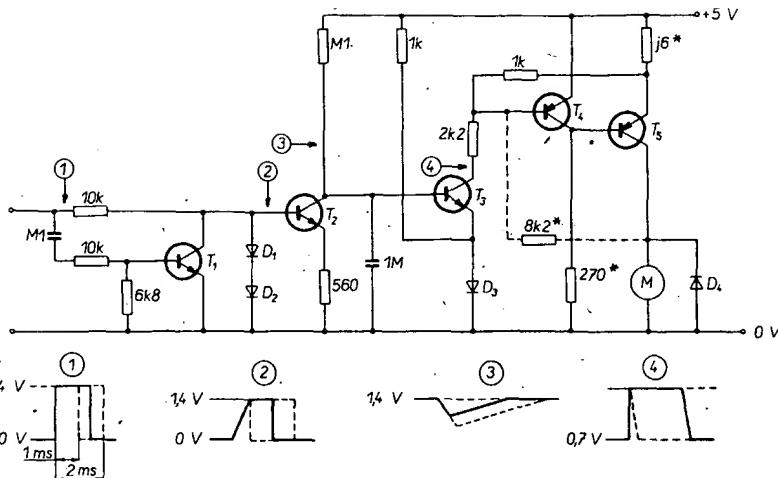
The complete linear book. Fairchild

## Různě aplikovaná elektronika

### Regulace rychlosti otáčení motoru u modelů řízených rádiem

Proporcionální soupravy k dálkovému ovládání modelů produkuji každých 20 ms kontrolní impulsy délky 1 až 2 ms. Zapojení na obr. 39 vytváří z těchto impulsů impulsy 0 až 20 ms, jimiž se budí motor. Vzhledem k době života napájecích článků je takové zařízení





Obr. 39. Regulátor rychlosi otáčení motorků pro modely např. lodí, řízené radiem

(napájení) rychlosi otáčení motoru mnohem ekonomičejší, než řízení změnou sériového odporu, především při malých rychlostech otáčení.

Nábežná hrana přicházejícího impulsu otevře přes kondenzátor  $0,1 \mu F$  tranzistor  $T_1$ . To má za následek, že  $T_2$  je pro první ms impulsu uzavřen. Zbytek impulsu však otevře tranzistor  $T_2$ , ten pak pracuje jako zdroj proudů a hladká velikost náboje kondenzátoru  $1 \mu F$ . Tranzistory  $T_2$  a  $T_4$  budou v nevodivém stavu a přes tranzistor  $T_5$  se budí motor do té doby, než se nabije kondenzátor  $1 \mu F$  přes odporník  $100 k\Omega$  tak, aby byl tranzistor  $T_3$  v saturaci. To má za následek, že motor přestane být buzen po dobu, úmernou šířce vstupního impulsu. Po uplynutí této doby je obvod schopen zpracovat další vstupní impuls.

Výstupní obvod je jištěn volbou příslušných odporů proti zpětnému proudu a přepěti – je však třeba podle druhu použitého motorku vhodně vybrat součástky ve schématu, označené hvězdičkou.

Použité typy tranzistorů nejsou kritické – podle údaje autora lze použít libovolné tranzistory příslušného typu vodivosti, přitom je třeba výstupní tranzistor volit podle maximálního proudu použitého motorku.

Wireless World, únor 1978

#### Přístroj ke kontrole nastavené teploty v rozmezí 0 až 70 °C

Při nejrůznějších příležitostech je třeba hlídat teplotu v určitém rozmezí. Např. ve fotolaboratoři se požaduje, aby teplota lázní byla konstantní v mezech  $\pm 0,5 ^\circ C$ . Změnil-li se jmenovitá teplota více, než je uvedená meze, je třeba, aby nějaké indikační zařízení na tuto skutečnost upozornilo.

Přístroj, který splňuje uvedené požadavky, je na obr. 40. Napájí se ze sítě a lze ho umístit do malé krabičky – podle rozmerů indikačního měřidla – nebo, použijí-li se k indikaci svítivé diody, podle rozmerů desky s plošnými spoji, sítového transformátoru a dalších použitých součástí.

K měření teploty se používá odpor se záporným teplotním součinitelem – termistor. Termistor je zapojen jako součást měřicího můstku, v jehož úhlopříčce jsou zapojeny vstupy operačního zesilovače typu 709 (číslo ekvivalentem je jakýkoli typ z řady MAA500). Paralelně k termistoru je zapojen pevný odpor, který slouží k tomu, aby se alespoň poněkud linearizovalo vstupní napětí operačního zesilovače v závislosti na teplotě.

Jmenovitou teplotu, jejíž velikost má zařízení hlídat, lze nastavit v rozmezí od 0 do

vedenou. Výstupní napětí operačního zesilovače je pro teplotní rozdíl  $0,5 ^\circ C$  od jmenovité teploty asi 4 V. Jsou-li zapojeny na výstupu diody, svítí při poklesu teploty jedna dioda, při zvětšení teploty druhá dioda; přitom čím je rozdíl od jmenovité teploty větší, tím větší jas mají diody.

K napájení obvodu stačí sítový transformátor se sekundárním vinutím asi 25 V/50 mA. Střed napájecího napětí („zem“) lze vytvořit Zenerovými diodami, které současně stabilizují napájecí napětí  $\pm 12 V$ .

Elektronik č. 5/1976

## Zajímavé integrované obvody

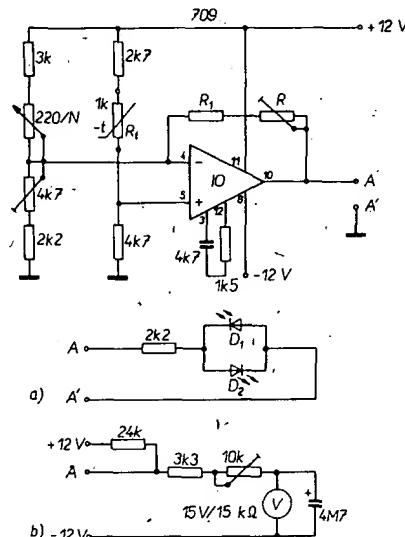
Do této kapitoly jsem vybral některé z nejvíce používaných zahraničních integrovaných obvodů, jak lineárních (převážně), tak i číslicových, neboť právě integrované obvody jsou jasné přesvědčivým důkazem, jak daleko a rychle pokročila technická revoluce. Navíc bych chtěl ozrejmít, že není možno, jak se některí čtenáři domnívají (a to vysvítit z jejich dopisů), nahrazovat integrované obvody jednotlivými (diskrétními) součástkami. Někdy je možno nahradit integrovaný obvod (především číslicový) několika jinými integrovanými obvody – náhrada je však vždy náročná na počet součástí (tj. i na stavební prostor) a po technické stránce je vždy jen východiskem z nouze.

Začneme nejdříve s lineárními integrovanými obvody. U každého uvedeného typu bude vždy především zapojení patice (a to všech druhů patic, s nimiž se obvod vyrábí), příp. blokové schéma, z něhož vysvítí princip činnosti a někdy i ekvivalentní schéma s diskrétními součástkami (pokud není příliš složité), aby si každý mohl udělat představu o složitosti toho či onoho obvodu. Dále si uvedeme nejdůležitější mezní a pracovní technické údaje a nakonec typická nebo doporučená zapojení, příp. i grafy nejdůležitějších závislostí hlavních parametrů.

#### Časovač (timer) typu 555 (556)

Časovač 555 vyrábí většina předních světových výrobců polovodičových součástek. Podle výrobce je před číslicovým znakem předznačeno jedno nebo několik písmen nebo opět číslice (např. fy Signetics vyrábí tento časovač pod označením NE555 nebo SE555, které se liší pouze rozsahem pracovních teplot, NE555 může pracovat v rozmezí 0 až  $+70 ^\circ C$ , SE555 v rozsahu od  $-55$  do  $+125 ^\circ C$ ; druhý typ má i některé ostatní parametry kvalitativně lepší, např. horní mezní napájecí napětí je 18 V, zatímco NE555 pouze 16 V apod.).

Monolitický obvod typu 555 je velmi stabilní časovač, který může produkovat přesné časové zpoždění signálů nebo může pracovat jako oscilátor. Obvod má vstupy pro spouštěcí a mazací signál. Pracuje-li obvod jako časovač zpoždující signál, lze dobu zpoždění přesně nastavit vnějším odporem a kondenzátorem. Pracuje-li jako oscilátor, lze kmitočet a pracovní cyklus přesně řídit dvěma vnějšími odpory a jedním kondenzátorem. Činnost obvodu lze ovládat (tj. lze ho spouštět a mazat, nulovat) sestupnou hranou ovládacího signálu. Výstupní proud obvodu je až 200 mA; z výstupu lze řídit obvody TTL.

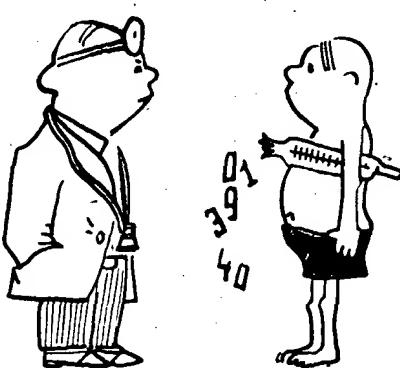


Obr. 40. „Hlídací“ teploty s operačním zesilovačem typu 709. Pro verzi s diodami je  $R_1 = 1,5 M\Omega$ ,  $P_1 = 4,7 M\Omega$ , pro verzi s měřidlem je  $R_1 = 0,75 M\Omega$ ,  $P_1 = 1 M\Omega$

(Číslování vývodů IO odpovídá typu MAA503)

$70 ^\circ C$  potenciometrem v jedné z větví můstku. Při cejchování doporučuje autor použít potenciometr s lineárním průběhem odpovídavé dráhy, pak je i stupnice téměř lineární.

Změnil-li se teplota termistoru, můstek se rozváží a na vstupech operačního zesilovače se objeví napětí (u součástek podle schématu je teplotním součinitelem  $3,5 mV/^{\circ}C$ ). Výstupní napětí z operačního zesilovače lze indikovat buď měřidlem – voltmetrem, nebo, což např. temné komory vyhoví mnohem lépe, svítivými diodami. Obě varianty jsou na obr. 40



Obvod lze použít jako velmi přesný časovač, může pracovat jak v astabilním, tak monostabilním režimu, může sloužit ke generování impulsů, sekvenčnímu časování, ke generování časových prodlev, k šířkové impulsové modulaci, k modulaci polohou impulsu, k detekci chybějících impulsů atd.

Ekvivalentní zapojení obvodu 555 je na obr. 1, na obr. 2 je blokové schéma; na obr. 3 zapojení vývodu. K tomu jen poznámkou: obvod 556 je časovač, který je složen ze dvou obvodů 555 v jednom pouzdře, údaje pro 555 platí samozřejmě i pro 556.

#### Mezní údaje

Napájecí napětí: +18V.

Výkonová ztráta: 600 mW.

Teplovojá výstupu

(pájení po dobu 60 s): 300 °C.

#### Pracovní údaje

Napájecí napětí: 4,5 až 16V.

Odběr proudu při  $U_{cc} = 5$  V,  $R_i = \infty$ : 3 až 6 mA.

při  $U_{cc} = 15$  V,  $R_i = \infty$ : 10 až 15 mA.

Teplostní stabilita: 0,005 %/°C.

Doba náběhu výstupu: 100 ns.

Doba dohodu výstupu: 100 ns.

Časovací chyba v závislosti na napájecím napětí: 0,05 až 0,2 %/V.

Prahové napětí: 2/3  $U_{cc}$ .

Astabilní režim

Spouštěcí proud: 0,5 μA.

Nulovací napětí: 0,4 až 1 V.

Nulovací proud: 0,1 mA.

Napěťová kontrola:  $U_{cc} = 5$  V, 2,6 až 4 V.  
 $U_{cc} = 15$  V, 9 až 11 V.

Prahový proud: 0,1 až 0,25 μA.

Výstupní napětí:  $U_{cc} = 15$  V, 0,1 až 2,5 V.

Ubytek výstupního napětí:

při  $U_{cc} = 5$  V až 2,75 až 3,3 V,

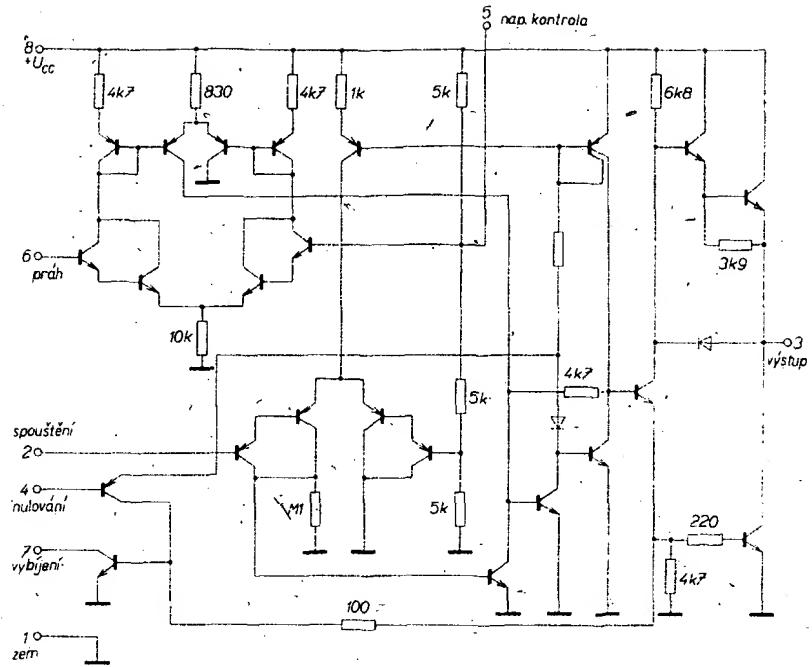
při  $U_{cc} = 15$  V až 12,5 až 13,3 V.

(Pro informaci. Má-li zajemce zahraniční katalog, jsou jednotlivé parametry v originálu označeny takto: prah – threshold, nulování, mazání – reset, spouštění – trigger, napěťová kontrola – control voltage, vybíjení – discharge).

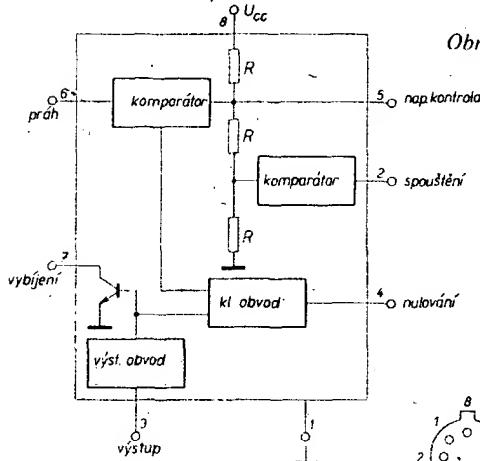
#### Základní zapojení

Časovač může být zapojen především jako monostabilní nebo astabilní. Pracuje-li v monostabilním režimu, je zapojen podle obr. 4 (čísla v závorkách u vývodů označují čísla vývodů u typu 555). Kondenzátor  $C$  je v počátku udržován ve vybitém stavu díky tranzistoru v monolitické struktuře obvodu. Přiloží-li se na vývod 6 (2) záporný spouštěcí impuls, překlopí se klopný obvod (obr. 2), zruší se zkrat na vnějším kondenzátoru a na výstupu se objeví napětí. Napětí na kondenzátoru  $C$  se začne zvětšovat exponenciálně s časovou konstantou  $R_A C$ . Dosáhne-li napětí na kondenzátoru  $2/3 U_{cc}$ , komparátor překlopí klopný obvod do původního stavu, napětí na kondenzátoru se zkratuje na zem (přes tranzistor u vývodu 7), na výstupu bude velmi malé napětí. Činnost je zřejmá i z průběhu krivky v grafu na obr. 5.

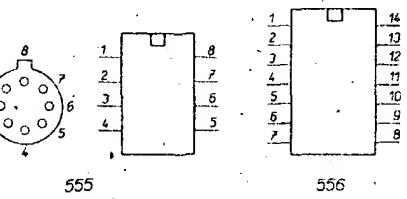
Obvod je spouštěn záporným vstupním signálem, dosáhne-li jeho úroveň 1/3  $U_{cc}$ . Je-li jednou spuštěn, setrvá v tomto stavu po celou zvolenou dobu, i když je přiveden další spouštěcí signál. Doba, po níž je na výstupu velké napětí, je dána vztahem  $1,1 R_A C$  (tj. doba, po níž je zavřen tranzistor u vývodu 7). Tato doba může být snadno zvolena volbou  $R_A$  a  $C$  podle grafu na obr. 6. Pozoruhodné je, že i když jsou doba nabíjení kondenzátoru a prahové napětí komparátoru proporcionalní napájecímu napětí, časovací interval je na napájecím napětí zcela nezávislý.



Obr. 1. Ekvivalentní zapojení časovače 555 (1/2 555)



Obr. 2. Blokové schéma 555 (1/2 1/2 556)



Obr. 3. Zapojení vývodů 555 a 556: 1 – zem, 2 – spouštění, 3 – výstup, 4 – nulování, 5 – napěťová kontrola, 6 – prah (prahová úroveň), 7 – vybíjení, 8 – napájení; pro 556: 1, 13 – vybíjení, 2, 12 – prah, 3, 11 – napěť kontrola, 4, 10 – nulování, 5, 9 – výstup, 6, 8 – spouštění, 14 – napájení, 7 – zem

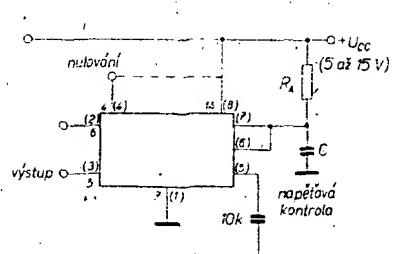
Kmitočet oscilací je

$$f = 1/T = 1,44/(R_A + 2R_B)C$$

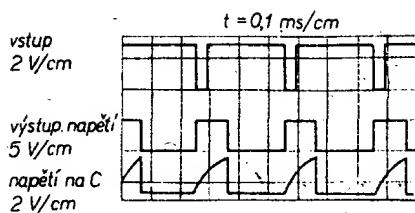
a lze ho snadno určit z grafu na obr. 9.

Pracovní cyklus  $D$  je určen vztahem

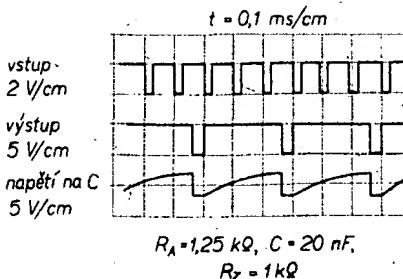
$$D = R_B/(R_A + 2R_B).$$



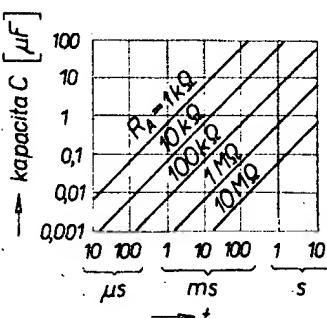
Obr. 4. Monostabilní zapojení časovače 1/2 556 (555)



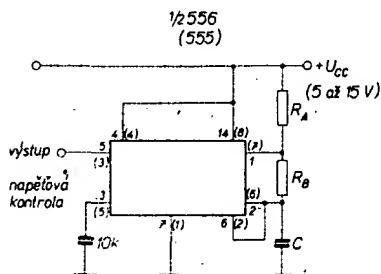
Obr. 5. Průběhy v zapojení podle obr. 4.  
 $R_A = 9,1 \text{ k}\Omega$ ,  $C = 10 \text{ nF}$ ,  $R_z = 1 \text{ k}\Omega$



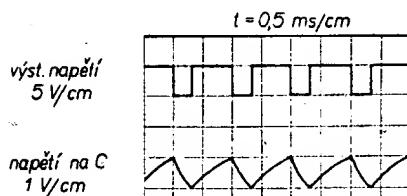
Obr. 10. Průběhy při zapojení časovače 555 podle obr. 1 jako děliče kmitočtu



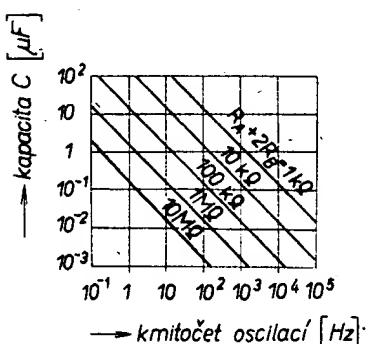
Obr. 6. Trvání výstupního napětí velké úrovně v závislosti na  $R_A$  a  $C$



Obr. 7. Astabilní zapojení časovače 555 (1/2 556)



Obr. 8. Průběhy v zapojení podle obr. 7



Obr. 9. Závislost kmitočtu na  $R_A$ ,  $R_B$  a  $C$

Je-li znám kmitočet vstupních impulsů, lze použít časovač 555 volbou délky časovačního cyklu jako dělič kmitočtu. Na obr. 10 jsou průběhy napětí na obvodu, je-li časovač podle obr. 1 zapojen jako dělič třemi. Při této aplikaci časovače se využívá faktu, že obvod nemůže být znova spuštěn v době časovačního cyklu.

zapojení bez elektrolytických kondenzátorů na výstupu), výstupní výkon 7 W na impedanci  $2 \Omega$ ; 15 W v můstkovém zapojení a velký rozsah možných napájecích napětí.

Zesilovač se vyrábí v tzv. pouzdru Pentawatt, jehož tvar je zřejmý z obr. 12, na němž je i zapojení vývodů integrovaného obvodu. Výrobce, SGS ATES, vyrábí kromě základního typu i odvozené typy TDA2002H a TDA2002V, které se vyznačují zlepšenou ochranou proti přetížení a přehřátí. Ochrana proti přetížení pracuje tak, že se při teplotě čípu větší než  $150^\circ\text{C}$  samočinně omezí výstupní výkon. Další ochranný obvod chrání integrovaný zesilovač proti trvalému zkratu na výstupu a proti přepolování napájecího napětí. Kromě toho je integrovaný zesilovač chráněn i proti přepěti až 28 V a proti napěťovým špičkám až 40 V.

Výborné jsou vlastnosti integrovaného obvodu i pokud jde o zkreslení – na obr. 13 je závislost zkreslení a výstupního výkonu na impedanci reproduktoru. Je zřejmé, že se nabízí příležitost zapojit paralelně dva reproduktory  $4 \Omega$  (výsledná impedance je pak  $2 \Omega$ ), neboť pak se využijí výborné vlastnosti zesilovače (velký výstupní výkon a malé zkreslení).

#### Technické údaje

Mezní údaje

Špičky napájecího napětí: 28 V.

Provozní napájecí napětí: 18 V.

Výstupní špičkový proud: 4,5 A.

Ztráta při teplotě pouzdra  $90^\circ\text{C}$ : 15 W.

Provozní údaje

Rozsah napájecího napětí: 8 až 18 V.

Klidový proud: 45 mA.

Výstupní výkon

při  $U_B = 16 \text{ V}$ : 6,5 W na  $4 \Omega$

při  $U_B = 16 \text{ V}$ : 10 W na  $2 \Omega$ .

Kmitočtový rozsah: 40 až 15 000 Hz, -3 dB.

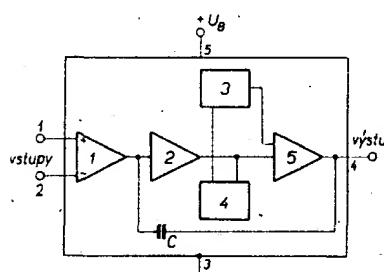
Zisk naprázdno: 80 dB.

Výstupní citlivost pro zesílení 100,  $R_z = 4 \Omega$ :

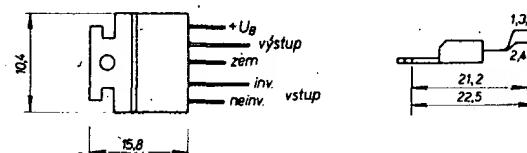
pro 0,5 W 15,5 mV.

pro 5,2 W 55 mV.

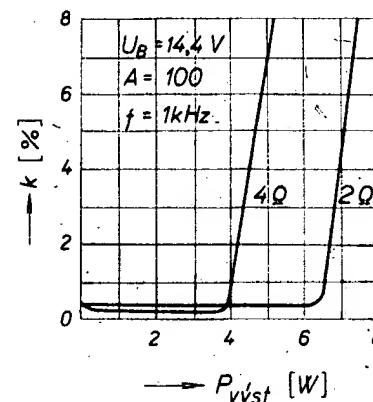
Základní zapojení integrovaného zesilovače je na obr. 14. Odpor  $R_z$  je v praktickém provedení zesilovače pro běžnou potřebu zhotoven na desce s plošnými spoji jako spoj šířky asi 1 mm a délky asi 10 cm. Podle požadavků na zesilovač (pokud jde o kmitočtový rozsah přenášeného signálu) je třeba volit kapacitu kondenzátoru  $C_z$  vzhledem k zatěžovacímu odporu – impedanci repro-



Obr. 11. Blokové schéma nf integrovaného zesilovače TDA2002. 1 - diferenční vstupní zesilovač, 2 - předzesilovač, 3 - přepěťová ochrana, 4 - teplotní ochrana, 5 - koncový stupeň, pracující ve třídě B, C - vnitřní kompenzační kondenzátor (zesílení obvodu závisí na kmitočtu, do 1000 Hz je zisk konstantní, a to 80 dB, pak se zmenšuje na 60 dB na kmitočtu 10 000 Hz a na 40 000 Hz je asi 50 dB)



Obr. 12. Zapojení vývodů obvodu TDA2002 a tvar i rozměry pouzdra (tzv. pouzdro Pentawatt)

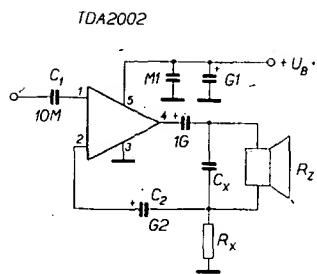


Obr. 13. Závislost zkreslení a výstupního výkonu na impedanci záťaze pro  $U_B = 14,4 \text{ V}$ , zesílení 100 a kmitočet 1 kHz

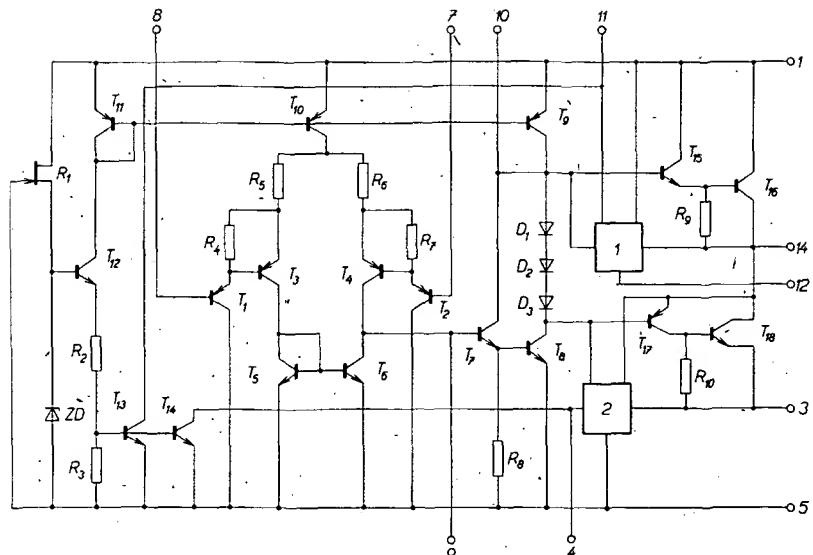
duktoru. Vztah k určení  $R_z$  a  $C_z$  je uveden v textu pod obrázkem.

Nejnižší přenášený kmitočet je v podobných zapojeních určen kapacitou výstupního kondenzátoru – pro zapojení, u nichž se požaduje co nejnižší přenášený kmitočet, u nichž by byla kapacita výstupního elektrolytického kondenzátoru příliš velká, tj. u nichž by byl kondenzátor příliš rozměrný, lze volit můstkové zapojení integrovaných zesilovačů bez výstupního kondenzátoru podle obr. 15. V tomto zapojení je výstupní výkon pro napájecí napětí v mezi 12 až 14 V až 15 W – zesilovač je proto vhodný i pro provoz v motorových vozidlech.

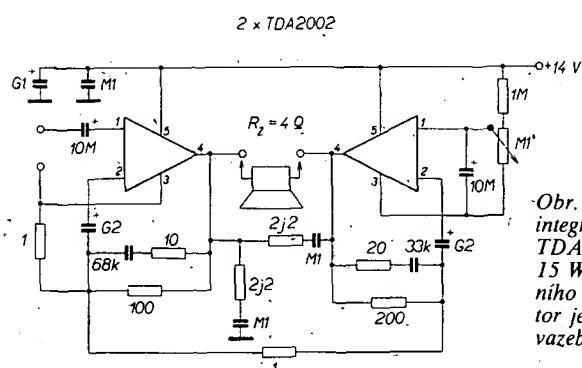
V praktickém provedení můstkového zesilovače upozorňuje výrobce na nutnost dob-



Obr. 14. Jednoduché zapojení nf zesilovače podle doporučení výrobce (s minimem vnějších součástek). Kapacitu kondenzátoru  $C_x$  lze určit podle požadavků na zesilovač a podle zatěžovacího odporu ze vztahu  $C_x = 1/2\pi BR_x$ , kde  $B$  je požadovaný kmitočtový rozsah.  $R_x$  se určí ze vztahu  $R_x = R_z/(A-1)$ , kde  $A$  je zesílení. Pro běžné požadavky se  $R_x$  realizuje jako spoj na desce s plošnými spoji, viz text



Obr. 17. Ekvivalentní schéma integrovaného výkonového zesilovače TDA2020 z diskrétních součástek. 1, 2 – obvod k omezení proudu a výkonu



Obr. 15. Můstkové zapojení dvou integrovaných nf zesilovačů TDA2002 s výstupním výkonem 15 W k získání co nejnižšího dolního mezního kmitočtu. Reproduktor je k výstupům IO připojen bez vazebních elektrolytických kondenzátorů

rého zemního spoje obou integrovaných obvodů (musí být co nejkratší a dimenzován na příslušný proud).

Předobně můstkové zapojení lze aplikovat i na řízení stejnosměrného motoru se špičkovým proudem až 3,5 A. Motor je zapojen místo reproduktoru, ze zapojení jsou vypuštěny všechny korekční prvky a kompenzační kondenzátory. Otáčení motoru lze pak řídit výstupním signálem integrovaných obvodů s prvky logiky TTL nebo MOS, neboť k řízení postačí pravoúhlé napětí od 1 do 5 V.

Monolitického nf zesilovače typu TDA2002 – je monolitický zesilovač typu TDA2020, který si popíšeme poněkud podrobněji, neboť se jeho výroba připravuje i v n. p. TESLA Rožnov. Zesilovač je určen pro zatěž 4 až 8 Ω, je napájen souměrným napětím a jeho výstupní výkon může být až 20 W pro celkové harmonické zkreslení menší než 1 %. Zesilovač má originálně řešenou pojistku proti zkratu na výstupu, dále obsahuje obvod, samočinně omezující výkonovou ztrátu tak, aby nebyl překročen ani proud, ani napětí pracovního bodu koncových tranzistorů, a konečně má i vnitřní teplotní ochranu proti přetížení. Při konstrukci obvodu byla použita i nová technologie při výrobě pouzdra – takže podařilo zmenšit teplotní odpor na velikost menší než 3 °C/W.

Integrovaný obvod je zesilovačem třídy Hi-Fi, k němuž se zatěž (reprodukторová soustava) připojuje přímo, bez vazebních elektrolytických kondenzátorů.

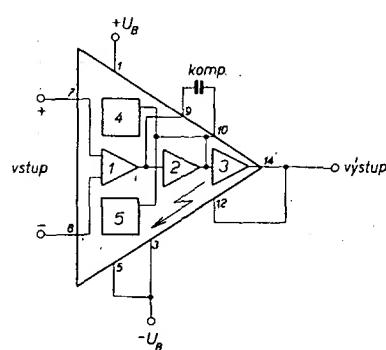
Blokové schéma zesilovače je na obr. 16. Zesilovač může být považován za klasický operační zesilovač, který má dva vstupy a jeden výstup, dále pak i dva vývody k připojení externího kmitočtové kompenzačního členu.

Ekvivalentní elektrické schéma z diskrétních součástek je na obr. 17. V zesilovači se používá diferenciální Darlingtonovo uspořádání tranzistorů, které se skládá z „vertikálního“ páru tranzistorů p-n-p, na který je navázán „boční“ páru tranzistorů p-n-p. Díky velké aktivní kolektorové zátěži (zdroje proudu s tranzistory T<sub>5</sub> a T<sub>6</sub>) a velké vstupní impedanci následujícího stupně (T<sub>7</sub>, T<sub>8</sub>) je celkový napěťový zisk prvních stupňů 40 dB.

Stupeň budiče s tranzistorem T<sub>8</sub> a jeho zdrojem proudu (tranzistor T<sub>9</sub>) určuje úroveň stejnosměrného napětí na předpěťových diodách tak, že základní proud koncového stupně je stálý za všech pracovních podmínek (tj. za libovolné okolní teploty a při napájecím napětí v širokém rozsahu), a to asi 30 mA.

### Integrovaný monolitický nf zesilovač s velkým výkonem, TDA2020

Mohutnějším a výkonnějším „bratrem“ předchozího integrovaného obvodu – mono-



Obr. 16. Blokové schéma výkonového integrovaného zesilovače TDA2020. 1, 2 – zesilovací stupně, 3 – výkonový zesilovač, 4 – omezení proudu a výkonu, 5 – teplotní pojistka

Jako výstupní obvod je použit koncový zesilovač kvazikomplementárního typu, pracující ve třídě AB.

Všechny stupně zesilovače mají předpětí určené tranzistory T<sub>9</sub> až T<sub>12</sub> a jejich obvody, k předpěťovým obvodům patří dále i odpor R<sub>1</sub> (který je realizován tranzistorem FET, u něhož se využívá tunelového jevu) a Zenerová dioda ZD.

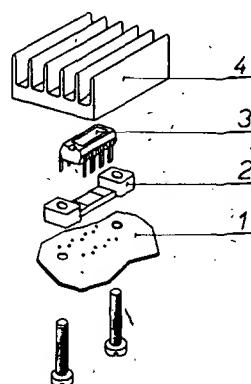
Protože předpěťový proud je efektivně konstantní i při změnách teploty a napájecího napětí, je činnost integrovaného obvodu zaručena při napájecím napětí v mezích od  $\pm 5$  do  $\pm 20$  V a to při teplotách v mezích  $-25$  až  $+150$  °C.

#### Teplotní ochrana proti přetížení

Obvod se Zenerovou diodou a s děličem z odporů R<sub>2</sub> a R<sub>3</sub> zabezpečuje referenční napětí asi 340 mV, které se vede na báze tranzistorů teplotního „čidla“ (tranzistory T<sub>13</sub> a T<sub>14</sub>). Toto napětí ovládá činnost tranzistorů T<sub>13</sub> a T<sub>14</sub> tak, že je otvírá pouze tehdy, dosáhne-li teplota IO asi 150 °C. Otevřené tranzistory pak zmenšují předpěťový proud budiče, čímž omezují i výstupní výkon. V praxi je nemožné, aby došlo ke stejnemu jevu, k němuž dochází u diskrétních prvků – ke zničení prvku teplotním přetížením.

#### Obvod omezující výstupní výkon

Některé nf zesilovače, napájené malým napětím, používají popsanou teplotní pojistku současně i jako ochranu proti zkratu na výstupu. Taková ochrana pracuje ovšem



Obr. 18. Pouzdro obvodu TDA2020 a jeho upěvnění. 1 – deska s plošnými spoji, 2 – podložka, 3 – kontaktní plocha ( $R_s = 0,5 \text{ }^{\circ}\text{C}/\text{W}$ ), 4 – chladič (2 až 8  $\text{^{\circ}\text{C}}/\text{W}$ )

uspokojivě pouze tehdy, budou-li výstupní tranzistory pracovat v oblasti, která se nazývá bezpečná pracovní oblast (safe operating area), tzn. v oblasti, v níž nehrází tzv. druhý průraz. U zesilovačů, které pracují s napětím až 40 V a s velkými výstupními výkony jsou však rozdíly čipu, které byly nutno dodržet, aby se vyloučila možnost druhého průrazu, zcela nerealistické. Proto výrobce SGS-ATES používá v IO svůj patent. Podstatou ochranného obvodu je, že se při činnosti zesilovače neustále monitoruje jak výstupní proud, tak i napětí  $U_{CE}$  koncových tranzistorů a porovnávají se s referenčními zdroji uvnitř IO – odchylky od stanovené meze se pak samočinně upravují. Tím je za všech podmínek dodržován výstupní výkon na bezpečné úrovni, která nemůže ohrozit výstupní tranzistory. Přitom všem mají tranzistory koncového stupně vynikající vlastnosti – i při svých zmenšených rozměrech (vzhledem k diskrétnímu provedení) mají bezpečnou pracovní oblast v mezech proudů 0 až 2,5 A při 20 V a 0 až 1,5 A při 30 V napájecím napětí. Jejich typický zesilovací činitel je asi 150, proudové zesílení 30 při 3,5 A. Přitom je možno jako zajímavost uvést, že aktívni plocha emitoru je mnohem menší než 1 mm<sup>2</sup>! Teplotní zpětná vazba z výstupu na vstup je též velmi silně redukována a to na asi 100  $\mu$ V/W (u μA741 je tato zpětná vazba např. 8 mV/W).

Pro obvod bylo též vyvinuto zvláštní pouzdro a způsob jeho upevnění. Pouzdro je na obr. 18, jde o typ pouzdra DIL se dvěma řadami vývodů. Potřebné montážní součásti jsou též na obr. 18.

#### Typické pracovní údaje

Maximální napájecí napětí:  $\pm 20$  V.

Max. výstupní proud

(omezen uvnitř IO): 3,5 A.

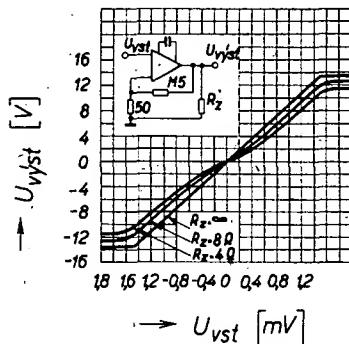
Teplotní odpor  $R_{th}$ : 3 °C/W.

Zisk s otevřenou smyčkou

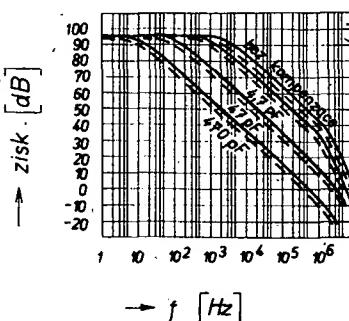
zpětné vazby: 90 dB.

Výstupní odpor (s otevřenou smyčkou): 1 Ω.

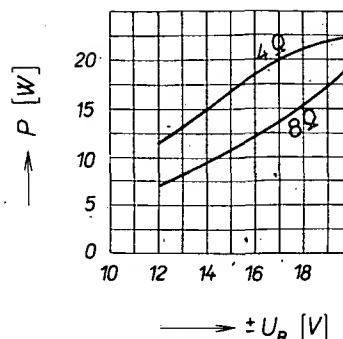
Vstupní předpěťový proud: 0,2  $\mu$ A.



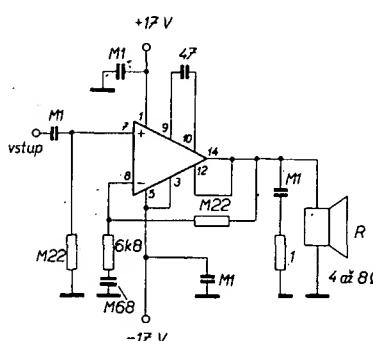
Obr. 19. Přenosová funkce pro zářez  $R_z = 4 \Omega$ ,  $R_z = 8 \Omega$  a někonečnou zářez



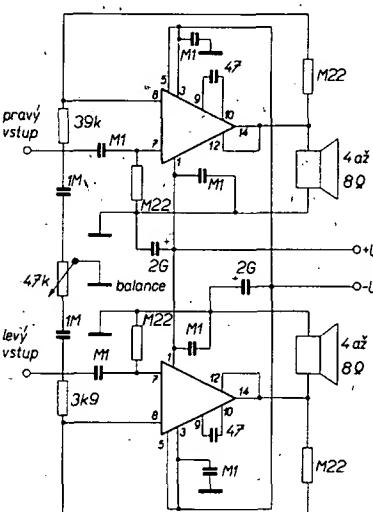
Obr. 20. Kmitočtová charakteristika pro různé kapacity kompenzačního kondenzátoru (čárkováné  $R_z = 4 \Omega$ , plní čára nekonečná zářez)



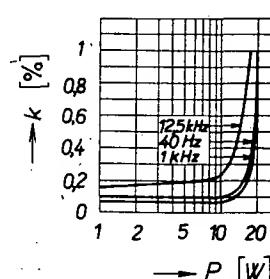
Obr. 21. Závislost výstupního výkonu na napájecím napětí (zkreslení 1%,  $f = 1$  kHz, zesílení 50)



Obr. 22. Základní zapojení integrovaného výkonového zesilovače TDA2020 pro zářez 4 a 8 Ω (pro 4 Ω musí mít chladič  $R_c = 2^\circ\text{C}/\text{W}$ , pro 8 Ω  $R_c = 8^\circ\text{C}/\text{W}$ )



Obr. 23. Aplikace TDA2020 jako stereofonního zesilovače se stereofonním vyvážením, balancí



Obr. 24. Typická závislost celkového harmonického zkreslení na výstupním výkonu (pro  $R_z = 4 \Omega$ ,  $U_B = \pm 17$  V, zesílení 50)

Vstupní napěťový offset: 5 mV.  
Potlačení souhlasných signálů: 90 dB.

Vstupní efektivní šumové

napětí (20 Hz až 20 kHz): 4  $\mu$ V.

Přenosová charakteristika: viz obr. 19.

Kmitočtová charakteristika: viz obr. 20.

Závislost výstupního výkonu na napájecím napětí: viz obr. 21.

#### Aplikace

Typické zapojení monolitického nf výkonového zesilovače jako zesilovače Hi-Fi je na obr. 22. Dosažitelný výstupní výkon závisí na napájecím napětí a na impedanci zářezy. Při napájecím napětí (stabilizovaném)  $\pm 17$  V a při zářezi 4 Ω je maximální výstupní výkon 20 W pro zkreslení 1%, pro zářez 8 Ω je výstupní výkon 13 W při stejném zkreslení.

Základní zapojení monolitického obvodu TDA2020 jako stereofonního zesilovače, napájeného nestabilizovaným napětím, je na obr. 23. Zmenší-li se při zatížení napájecí napětí nestabilizovaného zdroje napětí na  $\pm 14$  V, lze na zářezi 4 Ω dosáhnout výstupního výkonu asi 13 W (sinus) a na zářezu 8 Ω výkonu asi 10 W. Pro zářez 4 Ω je třeba umístit integrovaný obvod na chladič s teplotním odporem  $5^\circ\text{C}/\text{W}$ , u stereofonního zesilovače (budou-li oba obvody na jednom chladiči) musí mít chladič teplotní odporník  $13^\circ\text{C}/\text{W}$  (popř.  $7^\circ\text{C}/\text{W}$ ).

Typická závislost celkového harmonického zkreslení na výstupním výkonu je na obr. 24.

Použije-li se zesilovač v můstkovém uspořádání, lze jím napájet zářez 8 Ω a dosáhnout výstupního výkonu až 36 W.

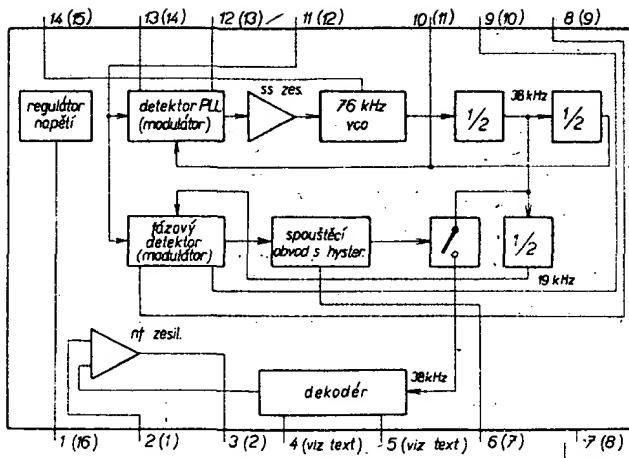
První zpráva o tomto monolitickém obvodu byla uveřejněna v listopadu 1974 v Transaction BTR.

#### Integrovaný stereofonní dekodér MC1310

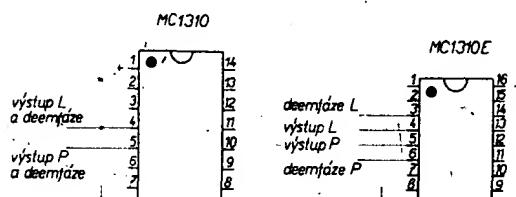
Jedním z nejrozšířenějších integrovaných obvodů ve spotřební elektronice je stereofonní demodulátor FM, využívající techniku fázového závěsu (PLL, phase locked loop), k obnovení subnosné 38 kHz. Obvod se využívá mnoha výhodnými vlastnostmi (např. možností použít napájecí napětí v širokém rozsahu, malé množství externích součástí apod.). Původním výrobcem je fa Motorola pod označením CA1310E, dále ho vyrábějí i další firmy, např. Signetics (MC1310 a MC1310E) apod.

Blokové schéma obvodu 1310 je na obr. 25. Ekvivalentní schéma z diskrétních součástek neuvádí, neboť je velmi složité a k pochopení funkce není nutné, ta dobré vyplývá z blokového schématu. Obvod obsahuje 76 tranzistorů, téměř 90 odporů, Zenerovu diodu a několik dalších diod a jeden kondenzátor – to vše na jednom čipu.

Základním prvkem integrovaného obvodu je část k obnovení nosné 38 kHz. Vnitřní oscilátor generuje signál o kmitočtu 76 kHz, jeho výstup se vede do dvou děličů dvěma, zapojených v sérii, na výstupu druhého děliče je tedy signál 19 kHz, který se vede na první modulátor – detektor PLL. Tento „zpětnovazební“ signál se se vstupním signálem násobí tak, že vždy vznikne stejnosměrná složka, přivede-li se na vstup obvodu signál s pilotním kmitočtem 19 kHz. Tato stejnosměrná složka prochází dolní propustí na ss zesilovač a řídí pak činnost vnitřního oscilátoru tak, že je fázově „odolný“ proti přítomnosti pilotního signálu. Proto má signál 38 kHz (za prvním děličem dvěma) správnou fázi, která umožnuje dekódovat stereofonní signál.



Obr. 25. Blokové schéma lineárního integrovaného obvodu - FM stereofonního dekodéru typu 1310. 1 - napájení (+), 2 - sduzený vstup, 3 - nf výstup, 4 - levý výstup a deemfáze, 5 - pravý výstup a deemfáze, 6 - indikátor stereo, 7 - zem, 8, 9 - prahový filtr, 10 - výstup signálu 19 kHz, 11 - vstup fazového detektoru (modulátoru), 12, 13 - smyčka PLL, 14 - řízení VCO (napěťové řízeného oscilátoru). V závorce jsou čísla vývodů obvodu 1310E se šestnácti vývody. Oba typy obvodů se liší tím, že u typu 1310E nejsou výstupy z dekodéru dva, ale čtyři, a to na vývodu 3 je připojen článek deemfáze pro levý kanál, na vývodu 4 výstup levého kanálu, na vývodu 5 výstup pravého kanálu a na vývodu 6 článek deemfáze pro pravý kanál (viz též obr. 27 a 28 s praktickým zapojením)



Obr. 26. Pouzdra obvodů 1310 a číslování vývodů

Dekódovací část obvodu se skládá s modulátorem-fázového detektoru, v němž se násobí přicházející signál signálem 38 kHz. Do dekodéru se signál 38 kHz přivádí přes elektronický spínač, který se sepne vždy při přítomnosti dostatečně silného pilotního signálu. Součástí obvodu je i spouštěcí obvod ke spinání indikačního prvku přítomnosti stereofonního signálu.

Použitá technika zapojení umožňuje velmi dobré oddělení obvodu stereofonních kanálů, a to 40 dB.

Zapojení vývodů obou typů obvodu (v pouzdře se šestnácti nebo čtrnácti vývody) je na obr. 26. Na obr. 27 a 28 je pak typické zapojení dekodéru v přijímači V KV-FM.

#### Mezní údaje

Napájecí napětí: 16 V.

Proud indikační žárovky: 75 mA.

Výkonová ztráta: 625 mW.

Rozsah provozních teplot: -30 až +85 °C.

Teplota při pájení (10 s): 300 °C.

#### Charakteristické údaje

Odběr proudu (indikační žárovka nesvítí):

typ. 20, max. 30 mA.

Úroveň pilotního signálu pro rozsvícení

indikační žárovky: 15 mV.

Indikační žárovka zhasne při úrovni pilotního

signálu: 7 mV.

Oddělení kanálů: 40 dB.

Činitel zkreslení: 0,3 %.

Vstupní odpor: 20 kΩ.

Vstupní impedance: 50 kΩ.  
Výstupní nf napětí (efekt.): asi 480 mV.  
Napájecí napětí: 8 až 16 V.

#### Tvarověče impulsů pro otáčkoměr - Integrované obvody řady SAK

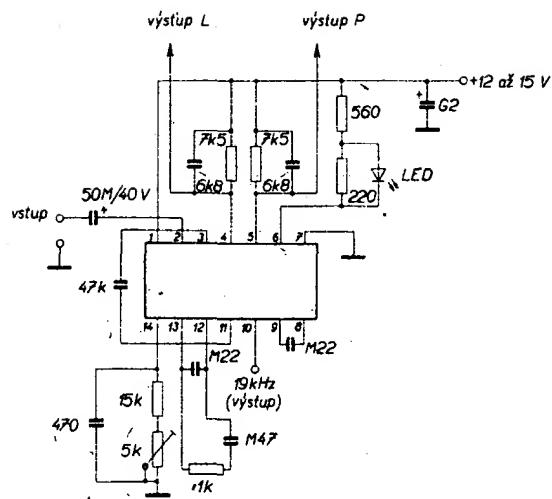
Monolitické integrované obvody řady SAK (vyrábí je Intermetall, ITT) jsou určeny pro použití v otáčkoměrech motorových vozidel. Zatím se vyrábějí nebo vyrábějí ve třech provedeních, a to jako SAK110, SAK115 a SAK215.

Všechny tři typy jsou určeny spolu s několika málo většími součástkami ke konstrukci měřicí rychlosti otáčení motorů se dvěma až osmi váci a to pro vozy s palubním napětím 12 V nebo více.

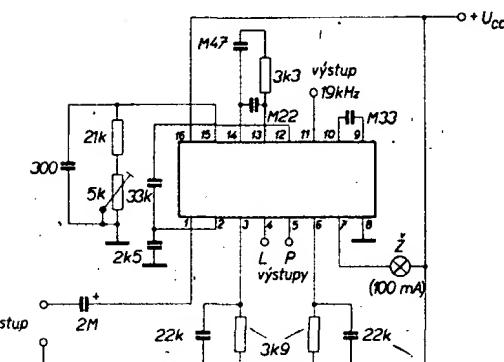
SAK110 a SAK115 obsahují v podstatě monostabilní klopový obvod, který přetváří vstupní signál (např. přímo z kontaktu přerušovače) na pravouhle impulsy o konstantním napětí a konstantní délce (pro určitou rychlosť otáčení). Oba dva typy typu se používají s měřidlem o citlivosti 8 mA (pro maximální výhylku ručky).

SAK215 může navíc sloužit ještě pro všechny aplikace, u nichž se vyskytuje potřeba převodníku kmitočet-proud, jako měřicí rychlosť otáčení vyžaduje měřidlo o citlivosti 10 mA pro plnou výhylku.

Všechny obvody jsou navrženy tak, aby bylo s výhodním měřidlem dosaženo téplotně nezávislé indikace rychlosti otáčení, výstupní obvod s koncovými doplňkovými tranzistory umožňuje použít i při vysokých kmitočtech měřidlo s velkou indukčností cívky. Aby zapojení nebylo ovlivňováno zápornými im-



Obr. 27. Zapojení stereofonního dekodéru s obvodem 1310P (1310) podle údajů firmy Motorola



Obr. 28. Zapojení stereofonního dekodéru s obvodem 1310E podle údajů firmy Signetics

pulsy na vstupních přívodech (vývody 2 a 3), je paralelně k této přívodům uvnitř integrovaného obvodu dioda, která svádí záporné impulsy na zem.

Integrované obvody SAK110 a SAK115 lze „spouštět“ impulsy o napětí do 8 V. Tyto impulsy lze získat např. z děliče, na nějž se přivádí signál přímo z kontaktu přerušovače.

Základní údaje všech tří typů obvodů jsou uvedeny dále.

#### SAK110

Základní zapojení tohoto integrovaného obvodu jako měřicí rychlosť otáčení (spolu s hlavními rozměry pouzdra a s očislováním vývodů) je na obr. 29a, b.

Všechna napěti a proudy, uvedené v následujících údajích, jsou vztaženy ke společnému bodu - vývody 3, 4 a 5.

#### Mezní údaje

Napájecí napětí: 9 V.

Proud:  $I_1 = -20 \text{ mA}$ ,

střední proud  $I_2 = 2 \text{ mA}$ ,

$I_3$  při délce impulsu do 0,5 ms je 20 mA,

$I_4$  při délce impulsu do 0,5 ms je 75 mA,

$I_5$  při délce impulsu do 0,5 ms je -75 mA.

#### Doporučené provozní údaje

Napájecí napětí: 7,5 až 8 V.

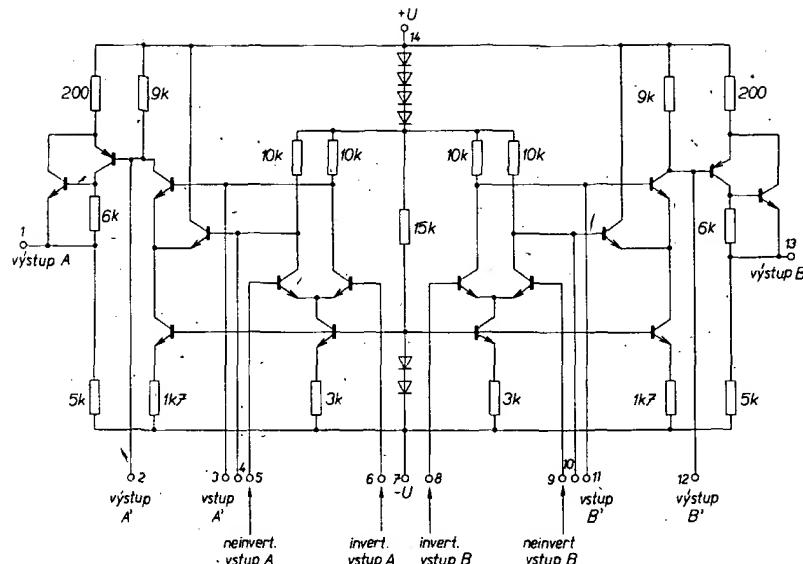
Kmitočet vstupního signálu: do 10 kHz.

Odporník  $R_{6,8}$ : 3 až 20 kΩ.

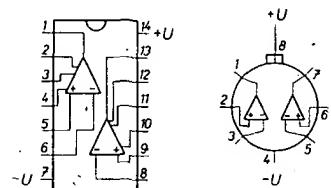
Trvání výstupních impulsů: 2,7 až 3,1 ms.

Napětí výstupních impulsů: 5 až 5,8 V.

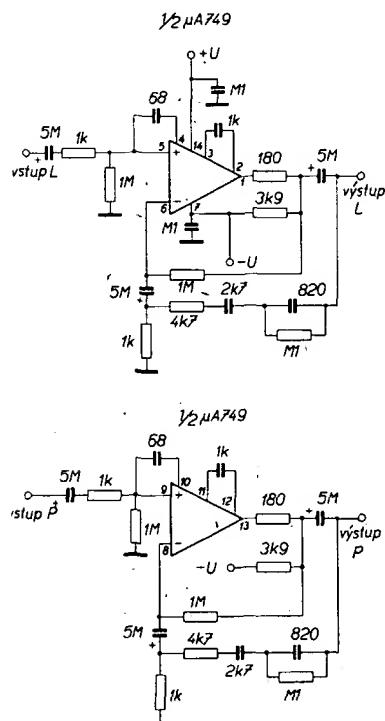




Obr. 32. Ekvivalentní obvod s diskrétními součástkami pro operační zesilovač typu μA739 a μA749 (u μA749 jsou vyněchány odpory 5 kΩ a 6 kΩ v kolektorech výstupních tranzistorů a výstupní tranzistory n-p-n; jako výstupy A a B slouží přímo kolektory výstupních tranzistorů p-n-p)



Obr. 33. Zapojení vývodů operačních zesilovačů μA739 a μA749 – pohled shora. V kuličkovém pouzdru s osmi vývodech se délka převážně jen obvod μA749, označuje se pak jako μA749D



Obr. 34. Zapojení předzesilovače pro magnetickou vložku do přenosky s obvodem μA749, napájeného symetrickým napětím ±15 V

dosáhnout až 80 mV. Úroveň šumu je 2 μV, vztázeno ke vstupu. Odstup signál/šum je 74 dB pro vstupní signály menší než 10 mV. Oddělení kanálů na kmitočtu 1 kHz je lepší než 80 dB. Zkreslení je do výstupního napětí 9 V menší než 0,1 %.

### Univerzální operační zesilovač ZN424

Operační zesilovač ZN424 firmy Ferranti je univerzální operační zesilovač s typickým ziskem 86 dB, malým šumem a s výstupním zesilovačem trídy A. Velmi zajímavou vlastností je jeho přímá slučitelnost s obvody TTL. Operační zesilovač ZN424 lze navíc ovládat i v signále, přiváděným na jeho zvláštní vstup, což značně rozšiřuje možnosti jeho použití. Zesilovač lze kompenzovat kmitočtově vně připojeným kondenzátorem nebo členem RC.

Ekvivalentní zapojení operačního zesilovače ZN424 z diskrétních součástek je na obr. 36. Vhodnou kmitočtovou kompenzaci lze realizovat sériovým zapojením kondenzátoru 10 nF a odporu 68 Ω mezi vývody „kompenzace“ a +U<sub>B</sub>. Offset lze nastavit odporovým trimrem 1 MΩ mezi vývody „vyvážení“ (balance) a „kompenzace“, bezeč trimru je připojen přes odpor asi 50 kΩ na kladný přívod napájecího napětí.

Přivede-li se na vstup „hradlování“ (gate) záporný signál, přeruší se činnost operačního zesilovače.

Zapojení vývodů z pouzder, v nichž se operační zesilovač vyrábí, je na obr. 37.

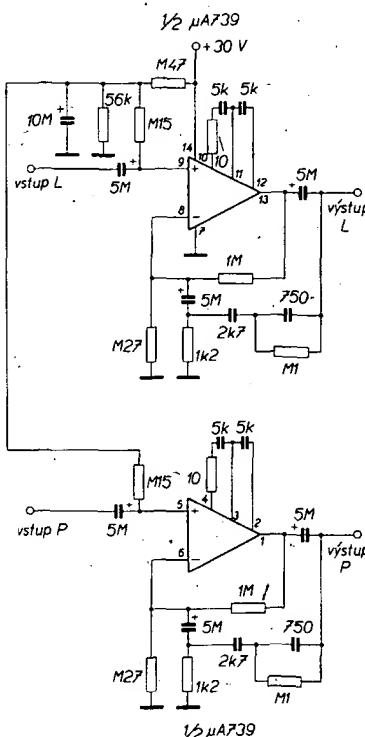
Některá ze základních doporučených zapojení operačního zesilovače jsou na obr. 38 až 40. Na obr. 38 je zapojení OZ jako druhu multiplexeru. Hradlovací přívody jednotlivých operačních zesilovačů se v tomto případě připojují na výstupy kruhového čítače, a to buď jednotlivě za sebou, nebo ve zvolených kombinacích. Na výstupu jsou pak signály právě pracujícího operačního zesilovače. Tento druh zapojení lze použít např. jako několikanálový ní spínač, který může být ovládán po dlouhém kabelu nebo číslicovými obvody apod.

Vhodnou aplikací tohoto operačního zesilovače je i předzesilovač pro magnetickou vložku do gramofonové přenosky. Předzesilovač je korigován podle křivky RIAA kmitočtově závislým členem RC ( $R_1, C_1, R_2, C_2$ ), člen  $R_3, C_3$  slouží jako hlukový filtr. Typické zesílení OZ například je asi 86 dB, celkové harmonické zkreslení je při výstupním napětí (mezivrhlovém) 2 V asi 1,5 %. Je-li tedy u předzesilovače nastaveno zesílení asi na 34 dB, je zkreslení maximálně řádu tisícin procent a předzesilovač bude mít při výstupním napětí 5 mV a při napájecím napětí 30 V odstup rušivých napětí lepší než 70 dB.

Z dalších možných aplikací (optoelektronický spínač, přesný generátor s chodovitým napětím – ve spolupráci s osmibitovým převodníkem A-D/D-A typu ZN425E atd.) si uvedeme ještě zapojení na obr. 40, nazývané sample-and-hold. Výstupní napětí OZ pak závisí na volbě „zpětnovazebního“ tranzistoru. Bude-li mít přívod k hradlovacímu vstupu záporné napětí, pak výstupní signál bude udržován po určitou dobu na konstantní velikosti. Tato doba závisí na kapacitě kondenzátoru  $C$ , svodových proudech tranzistoru a IO.

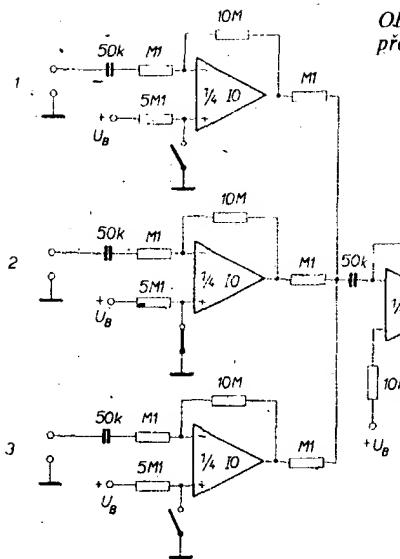
**Mezní údaje**  
Napájecí napětí: ±18 V.  
Ztráta pro pouzdro TO: 300 mW.  
Vstupní diferenční napětí: 5 V.

**Charakteristické údaje**  
Napájecí napětí: ±2 až ±18 V.  
Pracovní rozsah teplot: 0 až ±70 °C.  
Odber proudu: 5,5 mA.  
Vstupní proudu: 0,5 μA.  
Drift: 5 μV/°C.  
Vstupní odporník: 200 kΩ.



Obr. 35. Zapojení předzesilovače pro magnetickou vložku do přenosky s obvodem μA739, napájeného nesymetrickým napětím +30 V. Při napájení ze symetrického zdroje napětí (např. ±15 V) odpadne dělič napětí z odporu 0,47 MΩ, 0,15 MΩ, 56 kΩ a kondenzátor 10 μF, dále odpory 0,27 MΩ u invertujících vstupů, naopak přibudou odpory 1 MΩ z neinvertujících vstupů na zem a blokovací kondenzátory 0,1 μF v přívodech napájecích napětí, navíc se změní polarita vstupních elektrolytických kondenzátorů a elektrolytických kondenzátorů ve větvi zpětné vazby (5 μF).





Obr. 46. Tříkanálový nf přepínač z jednoho pouzdra LM3900

Mezní kmitočet: 2,5 MHz.  
Fázový posuv mezi vstupním a výstupním signálem: 40°.  
Vstupní odpor: 1 MΩ.  
Výstupní odpor: 8 kΩ.  
Drift: 0,5 V/μs.

pultů a dalších nf zařízení je na obr. 46. Jedná se o tříkanálový nf přepínač, jehož jednotlivé vstupní signály z libovolných zdrojů lze přepínat jednoduchými přepínači (vlastně spínači s jedním spinacím kontaktem), které spojí neinvertující vstup jednoho ze tří operačních zesilovačů se zemí. Předností tohoto způsobu přepínání kanálu je možnost ovládat přepínání v libovolné vzdálenosti od vlastního zesilovače, anž by se zhoršovaly brumové poměry (odstup signál/brum), neboť k přepínání se používá stejnosměrné napětí.

K nejrůznějším účelům v profesionální elektronice slouží generátory schodovitého napětí. Takový generátor konstruovaný z jednoho pouzdra LM3900 je na obr. 47. Výstupní napětí schodovitého průběhu se zvětšuje od nuly po „schodech“ až do 80 % napájecího napětí. Po dosažení uvedené úrovni výstupního napětí se pak výstupní napětí vraci zpět k nule (viz diagram na obr. 47 u výstupní svorky).

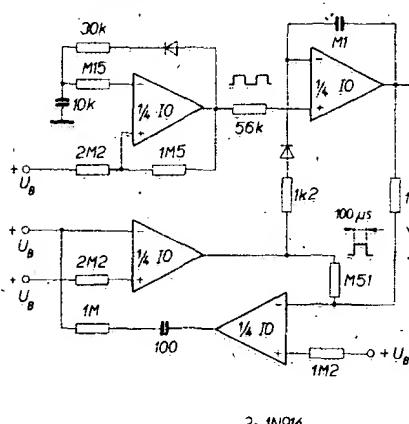
Tyto generátory začínají v poslední době pronikat i do spotřební elektroniky – používají se např. v rozhlasových přijímačích do auta špičkové jakosti, které mají elektronické ladění a elektronický výběr přijímaných programů. Jinak se tyto generátory běžně používají ke grafickému znázornění charakteristiky na obrazovce osciloskopu.

#### Technické údaje

Napájecí napětí: +4 až +36 V, nebo ±2 až ±18 V.

Klidový proud: 1,3 mA.

Napěťový zisk při zatěžovacím odporu 10 kΩ: 70 dB.

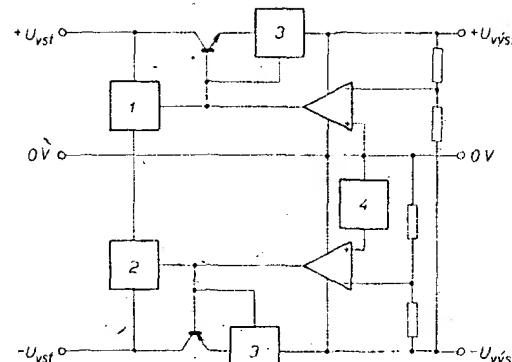


Obraz. 47. Generátor napětí schodovitého průběhu z jednoho pouzdra (čtverice integrovaných operačních zesilovačů) LM3900

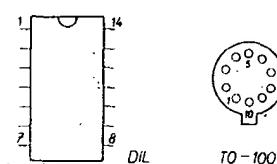
i kladná větev regulátoru může dodávat proud až 200 mA. Při změnách zátěže a napětí se výstupní napětí mění asi o 2 mV. Výstupní proud protéká z vývodu 5 odporu, které jsou vlastně emitorovými odporu vnitřních tranzistorů IO. Je-li na těchto odporech úbytek napětí větší než 0,6 V, vnitřní tranzistory povedou, čímž „odebirají“ proud koncovým tranzistorům a výstupní proud se zmenší. Velikost těchto odporů lze podle zvoleného maximálního proudu určit ze vztahu

$$R_S = \frac{0,6 V}{I_{max}}$$

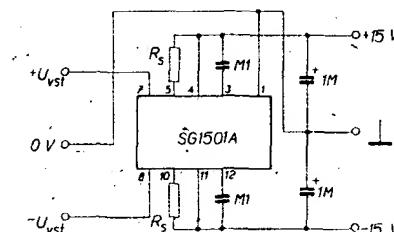
kde  $I_{max}$  je maximální proud při zkratu na výstupu.



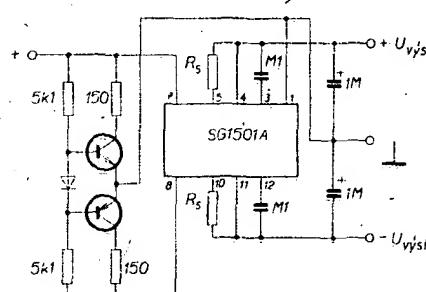
Obr. 48. Blokové schéma dvojitého integrovaného stabilizátoru napětí typu SG1501A.  
1 – zdroj kladného napětí, 2 – zdroj záporného napětí, 3 – omezení proudu, 4 – zdroj referenčního napětí



Obr. 49. Dvě základní provedení pouzder, v nichž se obvod SG1501A vyrábí. Vývody pouzdra sobě odpovídají takto: (první číslo – vývod pouzdra DIL, druhé číslo – vývod pouzdra TO-100) 1 = 10, 2 = -, 3 = 1, 4 = 2, 5 = 3, 6 = -, 7 = 4, 8 = 5, 9 = -, 10 = 6, 11 = 7, 12 = 8, 13 = -, 14 = 9



Obr. 50. Základní zapojení SG1501A pro výstupní proudy do 200 mA

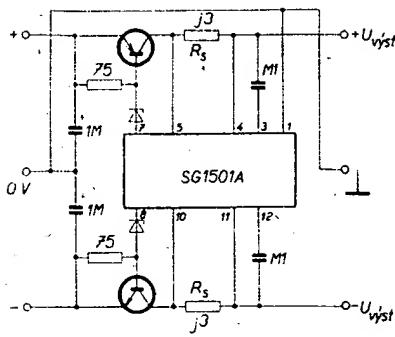


Obr. 51. Zapojení SG1501A, vytvářející umělý střed souměrného výstupního napětí (umělou zem)

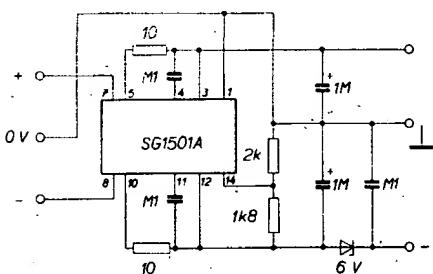
Požaduje-li se souměrné výstupní napětí a je-li výstupní napětí nesouměrné, lze využít pomocného zapojení podle obr. 51, které vytváří tzv. umělou zem.

Výstupní proudy větší než 200 mA lze získat při zapojení SG1501A podle obr. 52. Má-li zapojení sklon ke kmitání, použijte ve výstupech elektrolytické kondenzátory 1 μF. Tranzistory lze volit podle požadovaného výstupního proudu a podle výstupního napětí.

Díky celkem jednoduchému „figlu“ lze monolitický regulátor SG1501A použít i k získání různých napětí obou polarit; zapojení pro +12 V a -6 V je na obr. 53. Dělič napětí 2 kΩ, 1,8 kΩ umožňuje nastavit výstupní napětí ±12 V, záporná větev regu-



Obr. 52. Zapojení SG1501A s externími tranzistory pro větší výstupní proudy. Zenerové diody v bázích tranzistorů je třeba použít pouze při vstupních napětích na horní mezi povolené tolerance



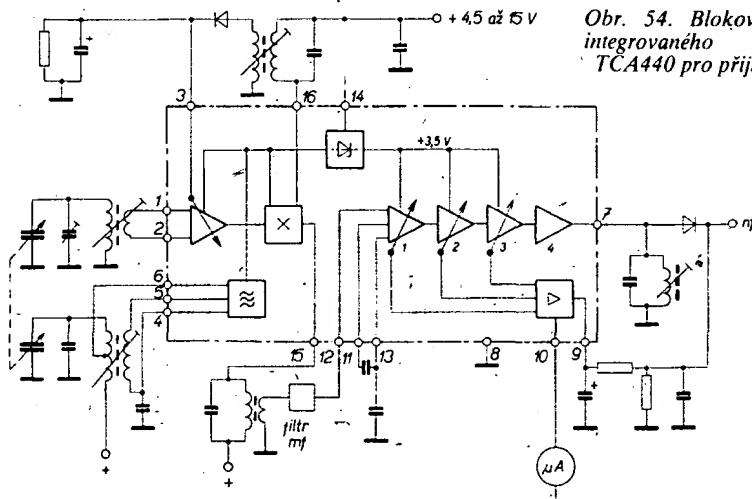
Obr. 53. Zapojení k získání nesymetrického výstupního napětí obou polarit (kladné a záporné).

látoru je však doplněna ještě Zenerovou diodou se Zenerovým napětím podle požadovaného záporného výstupního napětí, podle příkladu na obr. 53 Zenerovou diodou se Zenerovým napětím 6 V.

Při zvlášť velkých vstupních napětích lze obvod regulátoru podle obr. 52 doplnit ještě Zenerovými diodami v bázích výkonových tranzistorů, v kladné větvi kádodu k bázi, v záporné anodou k bázi; diody pak chrání vstupy regulátoru před zničením.

#### Monolitický obvod pro přijímače AM TCA440

Monolitický integrovaný obvod TCA440 byl využit pro přijímače AM do kmitočtu 30 MHz. Obvod obsahuje řízený výstupní předzesilovač, multiplikativní protitaktový směšovač s oděleným oscilátorem a řízený měřicí zářivkový výstupní zdroj. Řídicí rozsah je 100 dB. Díky vnitřnímu stabilizátoru jsou všechny vlastnosti monolitického obvodu nezávislé na napájecím napájecím.



Obr. 54. Blokové zapojení integrovaného obvodu TCA440 pro přijímače AM

Obr. 55. Zapojení TCA440 jako výkonného přijímače soupravy dálkového ovládání v pásmu 27 MHz.  $L_1$  má 11 z drátu o  $\varnothing 0,15$  mm,  $L_2$  5 z stejného drátu na kostře Vogt typu D71-2499.1,  $L_3$  má 27 z,  $L_4$  68 z,  $L_5$  28 z,  $L_6$  95 z, všechny drátem o  $\varnothing 0,05$  mm na kostře Vogt typu D71-2498.1,  $L_7$  má 6 z drátu o  $\varnothing 0,2$  mm na jádře B62110-K123, 5  $\times$  1,6  $\times$  6 mm

pěti. Obvod má též zesilovač pro připojení měřidla jako ukazatele výladění.

Z blokového schématu na obr. 54 je patrné, že integrovaný obvod obsahuje dva nezávislé řídicí okruhy zpětnovazebního signálu – jeden řídí předzesilovač a druhý měřicí zářivkový výstupní zdroj. Předzesilovače se získala velká odolnost proti přežívání vstupních obvodů – mezi výstupním signálem 2,6 V je zpracováván ještě bez jakéhokoli zkreslení.

Díky multiplikativnímu protitaktovému směšovači vzniká při směšování velmi málo vysokých harmonických. Oddělený oscilátor je vhodný i pro rozsah krátkých vln. Z řídicího napětí pro měřicí zářivkový výstupní zdroj je odvozeno i napětí pro měřidlo ukazatele výladění. Pro plnou výchylku ručky měřidla platí následující údaje měřidla:

$R_i$	citlivost
1,5 k $\Omega$	100 $\mu$ A
1 k $\Omega$	170 $\mu$ A
500 $\Omega$	200 $\mu$ A
250 $\Omega$	500 $\mu$ A

Blokové schéma integrovaného obvodu na obr. 57 je doplněno o základní součástky, s nimiž obvod slouží jako přijímač AM.

Velmi zajímavé je zapojení monolitického obvodu TCA440 jako přijímače soupravy dálkového ovládání v pásmu 27 MHz. Přijímač obsahuje minimum vně připojovaných součástek, proto ho lze konstruovat na velmi malé desce s plošnými spoji. K zapojení je třeba uvést, že čívky jsou zhotoveny na stavebnicových přípravcích firmy Vogt

(NSR);  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$  a  $L_4$  spolu s dolaďovacími kondenzátory (1 nF) lze však bez problémů nahradit běžnými mf miniaturními transformátory z tranzistorových přijímačů AM. Jako mf filtr se používá v zapojení keramický filtr Murata (nebo Stettner) typu SF455D.

Přijímač je velmi citlivý – pro stálé výstupní napětí na vývodu k dekodéru potřebuje na vstupu napětí asi 3  $\mu$ V.

Odběr proudu při napájecím napětí 4,5 V: 7 mA,  
při napájecím napětí 9 V: 10,5 mA,  
při napájecím napětí 15 V: 12 mA.  
Citlivost (60  $\Omega$ ,  $f = 10$  MHz, 30 % modulace)  
při odstupu signál/sum = 6 dB: 1  $\mu$ V,  
při odstupu signál/sum = 26 dB: 7  $\mu$ V,  
při odstupu signál/sum = 57 dB: 1 mV.  
Vf díl

Rozsah pracovních kmitočtů: 0 až 50 MHz.

Rozsah řízení: 38 dB.

Vstupní napětí pro začátek omezování: 2,6 V  
(mezivýrobové).

Potlačení mf signálu: 20 dB.

Mf díl

Vstupní signál: 0 až 2 MHz.

Rozsah řízení při 460 kHz: 62 dB.

Obvod začíná omezovat při ( $f = 460$  kHz, hlboká modulace 80 % a modulační kmitočet 1 kHz): 200 mV.

## Konstrukční část

#### Předzesilovač pro magnetodynamickou vložku do přenosky

Zářivkový zvuk na gramofonové desce je přes velkou oblibu a jakost magnetického záznamu a reprodukce trvale nejrozšířenějším druhem záznamu. Jeho základní přednosti je levná a bez potíží velkosériová výroba gramofonových desek a také skutečnost, že ani pokud jde o jakost reprodukovaného signálu, nejsou parametry mechanického (gramofonového) záznamu slyšitelně horší, než parametry záznamu magnetického (jsou-li dodržovány určité předpoklady). Jen pro zajímavost si lze zde uvést několik údajů – nejvyšší snímaný kmitočet na desce s úzkou drážkou (dnešní typ dlouhohrajících desek) je teoreticky při průměru desky 30 cm a pro rychlosť otáčení 33 ot/min (při snímacím

hrotu o poloměru kulovitého vrchliku hrotu 25  $\mu\text{m}$ ) asi 25 kHz, v praxi lze dosáhnout kmitočtu kolem 20 kHz. Nejvýšší kmitočet ovšem velmi rychle klesá s opotřebením hrotu (obroušením hrotu kulovitého vrchliku hrotu) i s opotřebením desky. Tak asi po 30 hodinách provozu hrotu v drážce nové desky je kulovitý vrchlik obroušen u běžných vložek tak, že na obvodu ještě nepřehrávané desky je možno snimat kmitočet maximálně asi 8 kHz (podrobnejší údaje viz Radiotechnická příručka II, Práce 1972, kapitola Elektrotechnické měření).

Pro další výklad je třeba ještě upozornit na pojem výstupního napětí vložky do přenosky, který je často špatně chápán. Citlivost vložky do přenosky je číslo, které udává napětí odevzdávané vložkou při záznamové rychlosti 1 cm/s při 1 kHz. Při reprodukci běžných hudebních skladby jsou záznamové rychlosti podstatně větší, tak např. maximální záznamová rychlosť pro stereofonní drážku je 8 cm/s. Vložka může tedy odevzdávat při reprodukci stereofonní desky napětí asi 8 x větší než je její citlivost; toto maximální napětí musí nežeskresleně zpracovat vstup zesilovačů (předzesilovačů), proto vstupní obvody nelze navrhovat pouze vzhledem k citlivosti vložky.

Sledujeme-li naproti tomu potřebné vstupní citlivosti zesilovačů, nemusí být navrženy podle uváděné citlivosti vložek do přenosek, protože střední hodnota záznamové rychlosti u průměrných hudebních skladby je 3,5 až 5 cm/s (pro stereofonní desky). Pro využití zesilovače na jmenovitý výkon tedy stačí, je-li jeho vstupní citlivost až čtyřnásobkem udávané citlivosti vložky do přenosky pro stereofonní záznam.

K lepší orientaci ještě jedno upozornění: má-li vložka do přenosky tři vývody, odlišně barevně značené, bývá obvykle červené označen vývod pravého kanálu, bíle vývod levého kanálu a společný vývod bývá černý (vložka však může mít až 4 i 5 vývodů, ty pak bývají označeny různými barvami).

Aby bylo možno maximálním způsobem využít možnosti mechanického záznamu, jsou nezbytné nutné určité korekce kmitočtové charakteristiky již při výrobě matrice. Kdyžchom do mechanického záznamového rydla, pracujícího vesměs na elektromagné-

tickém principu, přiváděli pro všechny kmitočty nahrávaného signálu stejně vstupní napětí, pak by se podle indukčního zákonu zvětšoval proud směrem k nízkým kmitočtům a naopak zmenšoval směrem k vysokým kmitočtům. Protože výchylka rychlého hrotu je přibližně úměrná protékajícímu proudu, byla by do matice zapisována při vysokých kmitočtech zaznamenávaného signálu drážka s velmi malou amplitudou (velmi úzká) a naopak při nízkých kmitočtech nahrávaného signálu drážka s amplitudou nadměrně (neúměrně) velkou.

To by jednak mělo za následek, že by signály vysokých kmitočtů byly nahrávány s úrovní blízkou úrovní šumu a naopak signály nízkých kmitočtů by byly nahrány s takovou amplitudou, že by je nebylo možno běžnými snímacími systémy zpracovat, a jednak by bylo nutno podstatně zvětšit rozteč drážek, címž by se neúměrně zmenšovala kapacita desek.

Proto byl mezinárodně stanoven průběh záznamové charakteristiky, aby byla gramofonová deska z hlediska výše uvedených požadavků využita optimálně. Při záznamu signálu sinusového průběhu sleduje hrot rydla v drážce dráhu ve směru kolmém k drážce. Tato dráha, vyjádřená v cm/s, se nazývá stranovou rychlosť. Její efektivní hodnota je vyjádřena vztahem

$$v = 4,44 f A,$$

kde  $v$  je efektivní stranová rychlosť,  
 $f$  kmitočet,  
 $A$  amplituda.

Na obr. 1 je průběh závislosti stranové rychlosti na kmitočtu podle RIAA. Vídeme, že rychlosť záznamu (stranová rychlosť) se téměř přímo úměrně zvětšuje s kmitočtem. Ve skutečnosti není tento průběh zcela přímo úměrný a je vyjádřen třemi časovými konstantami  $\tau_1 = 3180 \mu\text{s}$ ,  $\tau_2 = 318 \mu\text{s}$ , a  $\tau_3 = 75 \mu\text{s}$ . Díky této výrazné kmitočtové úpravě se dosáhlo velmi dobrého odstupu rušivých napětí i v signálu nejvyšších zaznamenávaných kmitočtů a současně i přijatelné maximální výchylky hrotu i při záznamu signálů nejnižších kmitočtů. To vše umožňuje zajistit dostatečně dlouhou dobu hraní gramofonové desky, protože lze drážky uklá-

dat relativně blízko vedle sebe. Tento způsob záznamu se nazývá, nikoli ovšem zcela přesně, záznamem s konstantní amplitudou.

Při reprodukci gramofonových desek je třeba zajistit, aby na výstupu snímacího systému byla velikost napětí nezávislá na kmitočtu, tj. aby výstupní napětí bylo v celém přenášeném kmitočtovém rozsahu pokud možno co nejstálejší (konstantní) pro signály všech kmitočtů.

Použije-li se jako snímač krystalový nebo keramický systém, pak jsou uvedené požadavky splněnitelné relativně velmi jednoduše, neboť tyto systémy mají tu vlastnost, že jejich výstupní napětí je úměrné výchylce hrotu (tedy amplitudě záznamu). Protože záznam na deskách je pořizován s přibližně konstantní amplitudou, dostaneme na výstupu těchto snímačů požadovaný lineární průběh výstupního napětí bez velkých problémů.

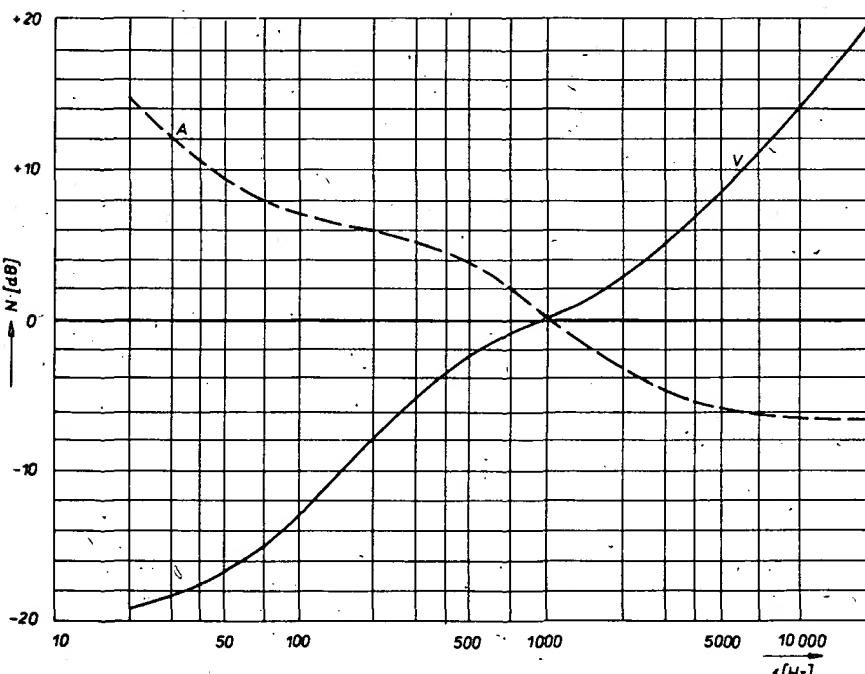
V této souvislosti je nutno připomenout, že krystalové a keramické snímače, tedy snímače, jejichž výstupní napětí je úměrné „výchylce“ drážky, by měly být rovněž opatřeny korekčními obvody, protože ani charakteristika průběhu výchylky drážky v závislosti na kmitočtu není lineární. Všechny moderní snímací systémy tohoto typu jsou však již výrobci upraveny vhodnou volbou mechanických transformací v systému tak, že jejich výstupní napětí je přibližně lineární v závislosti na kmitočtu při snímání záznamu na gramofonové desce, nahrané podle záznamové charakteristiky RIAA.

Na druhé straně ovšem nepatří krystalové a keramické snímače k těm nejvýhodnějším typům snímačů, a to především proto, že jejich snímací prvek je velmi tuhý. I když je jeho spojení se snímacím hrotom mechanicky poddajné, je boční tuhost těchto systémů značná. Proto musí být pro uspokojivé snímání záznamu z drážek desky značná i svislá síla na hrot (nesprávně tlak na hrot) – a to vede nutně k většímu opotřebení přehráványch gramofonových desek. Proto jsou uvedené systémy používány – především pro snadnou výrobu a tím i pro nízkou cenu – u zařízení, u nichž nejsou vyžadovány špičkové parametry.

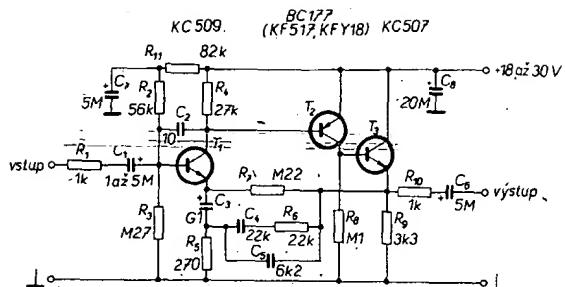
V posledních letech se podstatným způsobem rozšířily velmi jakostní snímací systémy, pracující na magnetodynamickém principu. Tyto systémy mají podstatně větší poddajnost hrotu jak ve vodorovném, tak i ve svislém směru a umožňují proto používat je s mimořádně malými svislými silami. Určitou nezadanou výhodou však je skutečnost, že jejich výstupní napětí je úměrně nikoli amplitudě, ale rychlosťí snímacího hrotu. Podíváme-li se na obr. 1 vídeme, že se tedy bude výstupní napětí magnetodynamických snímačů systémů úměrně zvětšovat se zvyšujícím se kmitočtem snímaného signálu. Tyto snímací systémy nelze proto připojit na vstup běžného předzesilovače přímo – jejich výstupní signál je třeba nejprve upravit korekčním předzesilovačem. Jeho úkolem je jednak zesílit relativně malé výstupní napětí magnetodynamického snímače (přibližně 50 x menší než u vložek krystalových snímačů) a jednak upravit výstupní napětí tak, aby byla vykompenzována jeho kmitočtová závislost.

Korekční předzesilovač pro magnetodynamické snímací systémy musí mít proto průběh kmitočtové charakteristiky zrcadlové k křivce v na obr. 1 (korekce RIAA).

Jak z tohoto obrázku vyplývá, je zisk předzesilovače v oblasti nízkých kmitočtů velmi výškou – proto se u předzesilovačů kladou zvětšené nároky na dokonalou filtraci napájecího napětí a případně i na ochranu předzesilovače proti indukovaným napětím nízkých kmitočtů (např. z pohoru gramofonu). Z téhož důvodu je velmi výhodné řešit předzesilovač se speciálními integrovanými obvody – operačními zesilovači, neboť ty zesilují společné signály na svých vstupech



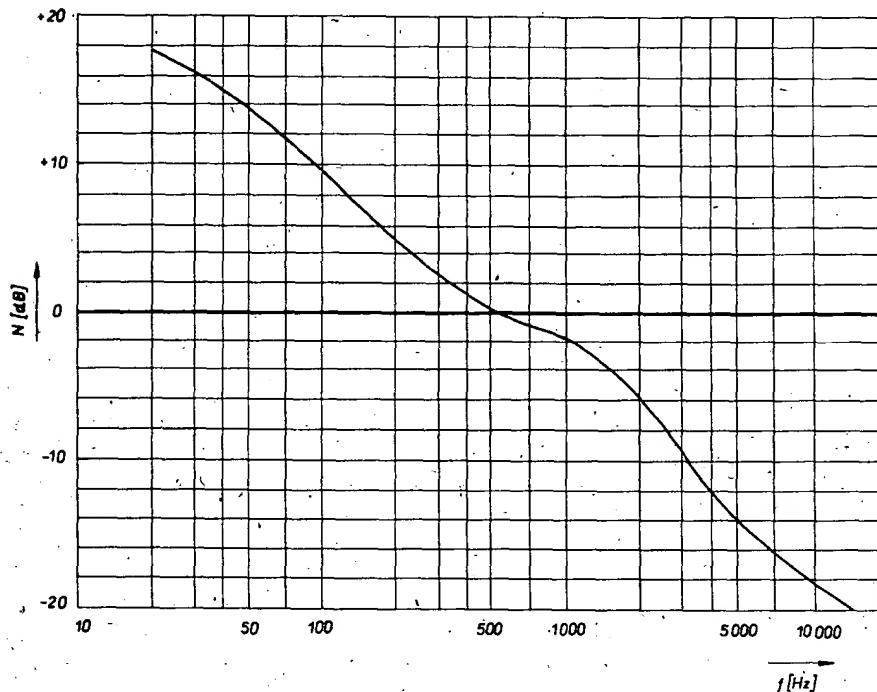
Obr. 1. Záznamová charakteristika, používaná pro záznam signálu v současné době (RIA); v je průběh záznamové rychlosti a A jsou odpovídající výchylky (amplituda)



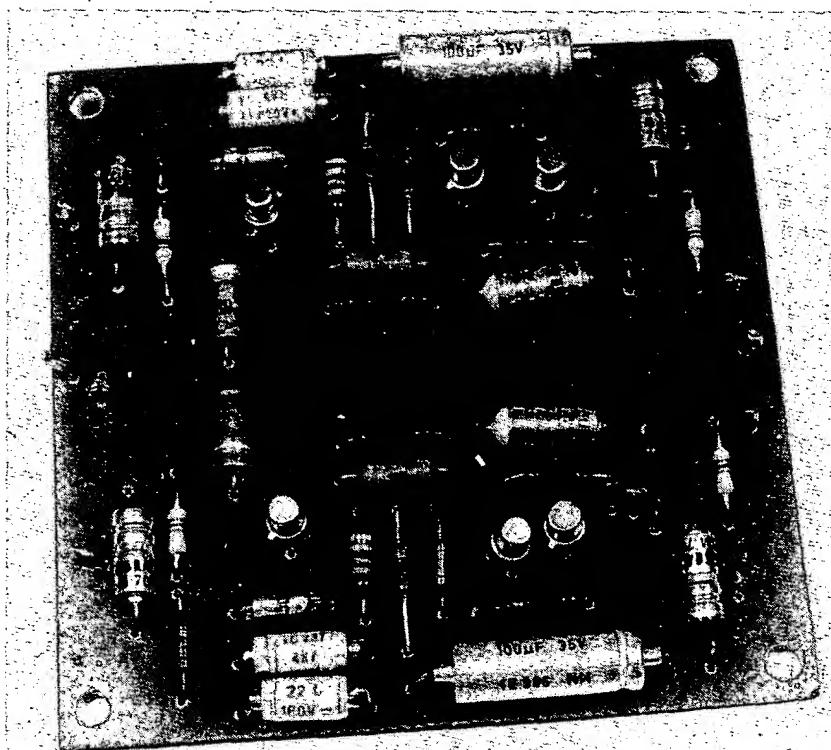
Obr. 2. Předzesílovač pro magnetodynamickou přenosku („magnetickou“) vložku gramofonové přenosky

jen velmi málo a rozdílové se ziskem kolem 30 až 50 dB (i více) podle zapojení; viz kapitola zajímavé integrované obvody, operační monolitické obvody  $\mu$ A739 a  $\mu$ A749.

Pro úplnost a jako doplněk k obr. 1 jsou v následující tabulce údaje ke konstrukci záznamové charakteristiky RIAA (podle ČSN 36 8411, 8412 a 8413).



Obr. 3. Kmitočková charakteristika předzesilovače ( $U_{V_{SI,ef}} = 2,5 \text{ mV}$ ,  $U_B = 30 \text{ V}$ )



Osazená deska s plošnými spoji, předzesilovačé podle obr. 2

Kmitočet <i>f</i>	Stranová rychlosť <i>v</i> [dB]	Amplitúda <i>A</i> [dB]
20 Hz	-19,3	+14,7
30	-18,6	+11,7
40	-17,8	+10,2
50	-16,9	+9,1
60	-16,1	+8,3
70	-15,3	+7,8
80	-14,5	+7,4
100	-13,1	+6,9
120	-11,8	+6,6
150	-10,3	+6,2
200	-8,2	+5,8
250	-6,7	+5,4
300	-5,5	+5
400	-3,8	+4,2
500	-2,6	+3,4
600	-1,8	+2,6
700	-1,2	+1,9
800	-0,8	+1,2
1 kHz	0	0
1,5	+1,4	-2,1
2	+2,6	-3,4
3	+4,7	-4,8
4	+6,6	-5,4
5	+8,2	-5,8
6	+9,6	-6
7	+10,8	-6,1
8	+11,9	-6,2
10	+13,7	-6,3
12	+15,3	-6,3
14	+16,6	-6,4
15	+17,2	-6,4
16	+17,7	-6,4
18	+18,7	-6,4
20	+19,6	-6,4

Dále si ukážeme dvě praktické konstrukce předzesilovačů pro magnetodynamické snímací systémy, jeden s běžně dostupnými tranzistory a druhý s integrovaným monolitickým operačním zesilovačem, který se na našem trhu nevyskytuje, občas je však nabízen v inzerci AR řady A. Jde o dvojity operační zesilovač s malým šumem typu μA749. Tento předzesilovač je vhodný pro všechny zesilovače, napájené symetrickým napětím, neboť vyžaduje symetrické napětí kolem  $\pm 15$  V.

Předzesilovač s diskrétními prvky je na obr. 2. Jako napájecí napětí je vhodné použít co největší napětí až do 30 V, neboť je třeba dosáhnout co největšího zesílení. Zesilovač pracuje ovšem uspokojivě již od napájecího napětí asi 18 V - čím menší bude napájecí napětí, tím větší činitel zesílení by měl mít předešvým vstupní tranzistor.

Aby byl zesilovač stabilní i při velkém zesílení, používá se v něm proudová zpětná vazba, která stabilizuje pracovní režim zesilovače tak, aby se kompenzovaly výrobní rozptyly parametrů použitých transistorů.

Z emitoru třetího stupně předesílovače, který slouží jako měnič impedance, je vedená kmitočtově závislá zpětná vazba přes členy  $RC$  na emitor prvního stupně. Zpětná vazba je volena tak, aby zesílení na nízkých kmitočtech bylo větší než na vysokých kmitočtech. Aby byl dodržen průběh reprodukční charakteristiky zrcadlový k záznamové charakteristice, je třeba, aby součástky  $R_7$ ,  $R_8$  a  $C_4$ ,  $C_5$  měly tolerance lepší než 5 %. Kapacita kondenzátoru  $C_5$ , 6,2 nF, se získá paralelním spojením kondenzátorů s kapacitou 4,7 nF a 1,5 nF.

Elektrolytický kondenzátor má při přenášení signálu o kmitočtu kolem 30 Hz a nižších kmitočtech impedanči rovnou odporu  $R_s$ , proto bude zpětnovazební napětí při těchto kmitočtech větší a zesílení předzesilovače se bude zmenšovat, takže budou potlačeny i hluky vznikající činností mechanických dílů gramofonového šasi.

Při výběru součástek je třeba zdůraznit, že do obvodu zpětné vazby nejsou vhodné keramické kondenzátory, neboť jejich kapacita velmi závisí na teplotě a jejichž výrobní tolerance jsou obvykle velmi značné, takže by je k dodržení tolerance 5 % bylo nutno vybírat z velkého množství kusů. Ke kontrole zapojení jsou v tabulce napětí na elektrodách jednotlivých tranzistorů.

#### Napětí na elektrodách tranzistorů

Tranzistor	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>
C	23 V	10.7 V	24 V
B	14.9 V	23.5 V	10.6 V
E	15.2 V	24 V	10.2 V

Napětí jsou měřena přístrojem DU 20, rozsah 30 V.  $U_b = 24$  V vstupu zkratován na zem

cita velmi závisí na teplotě a jejichž výrobní tolerance jsou obvykle velmi značné, takže by je k dodržení tolerance 5 % bylo nutno vybírat z velkého množství kusů. Ke kontrole zapojení jsou v tabulce napětí na elektrodách jednotlivých tranzistorů.

#### Technické údaje předzesilovače

Napájecí napětí: 30 V (18 až 30 V).

Odběr proudu při napájecím napětí 30 V: asi 10 mA.

Napěťové zesílení na kmitočtu 1 kHz: asi 50 (tj. asi 34 dB).

Maximální vstupní napětí (f = 1 kHz): 110 mV.

Maximální nezkreslené výstupní napětí (f = 20 Hz až 50 kHz): 6.2 V.

Kmitočtový průběh: viz obr. 3 (tolerance  $R_s$ ,  $C_s$  a  $C_5$  5 %).

Předzesilovač byl zkonstruován na desce s plošnými spoji podle obr. 4. Jako T<sub>1</sub> lze nejlépe použít tranzistor KC509 s co největším zesílením a s nejmenším šumem. Jako T<sub>2</sub> je vhodný jakýkoli křemíkový tranzistor p-n-p s velkým zesílením, např. BC177 (BC178, BC179), který má na skladě v současné době vzorová prodejna TESLA v Pardubicích. Lze však použít i typy KF517 nebo KFY18, které jsou běžně k dostání. Opět by bylo výhodné, kdyby měl tranzistor pokud možno co největší zesílení. Jako T<sub>3</sub> je vhodné, především při napájecím napětí kolem 30 V, použít typ KC507 nebo jeho ekvivalent v pouzdře z plastické hmoty (KC147). I jako T<sub>1</sub> lze použít tranzistor v pouzdře z plastické hmoty, ekvivalent KC509, tj. KC149. Kondenzátor C<sub>2</sub> omezuje přenos kmitočtů nad hranici slyšitelnosti, v některých případech (při menším činiteli zesílení T<sub>1</sub>) ho lze vypustit. Jako C<sub>1</sub> lze použít elektrolytický kondenzátor s kapacitou od 1  $\mu$ F, popř. i papírový kondenzátor např. z řady TC 171 nebo TC 180, jako C<sub>3</sub> lze použít elektrolytický kondenzátor s libovolně větší kapacitou.

#### Seznam součástek (pro dva kanály)

##### Odpory (TR 151, TR 152, TR 161, TR 181)

R <sub>1</sub> , R <sub>10</sub>	1 k $\Omega$ , 4 ks
R <sub>2</sub>	56 k $\Omega$ , 2 ks
R <sub>3</sub>	0.27 M $\Omega$ , 2 ks
R <sub>4</sub>	27 k $\Omega$ , 2 ks
R <sub>5</sub>	270 $\Omega$ , 2 ks
R <sub>6</sub>	22 k $\Omega$ , max. 5 %, 2 ks
R <sub>7</sub>	0.22 M $\Omega$ , max. 5 %, 2 ks
R <sub>8</sub>	0.1 M $\Omega$ , 2 ks
R <sub>9</sub>	3.3 k $\Omega$ , 2 ks
R <sub>11</sub>	82 k $\Omega$ , 2 ks

##### Kondenzátory

C <sub>1</sub>	1 až 5 $\mu$ F, TE 158 (TE 984, TE 004, TC 180, TC 171) 2 ks
C <sub>2</sub>	10 pF, keramický, 2 ks
C <sub>3</sub>	100 $\mu$ F, TE 986 (TE 981, TE 984) 2 ks
C <sub>4</sub>	22 nF, TC 235, max. tolerance 5 %, 2 ks
C <sub>5</sub>	4.7 nF + 1.5 nF, TC 237 polystyrenové (popř. TC 276, TC 237), 5 %, 2 ks
C <sub>6</sub>	5 $\mu$ F, TE 158 (TE 984, TE 004), 2 ks
C <sub>7</sub>	5 až 20 $\mu$ F, TE 004, 2 ks
C <sub>8</sub>	20 $\mu$ F, TE 004, 2 ks

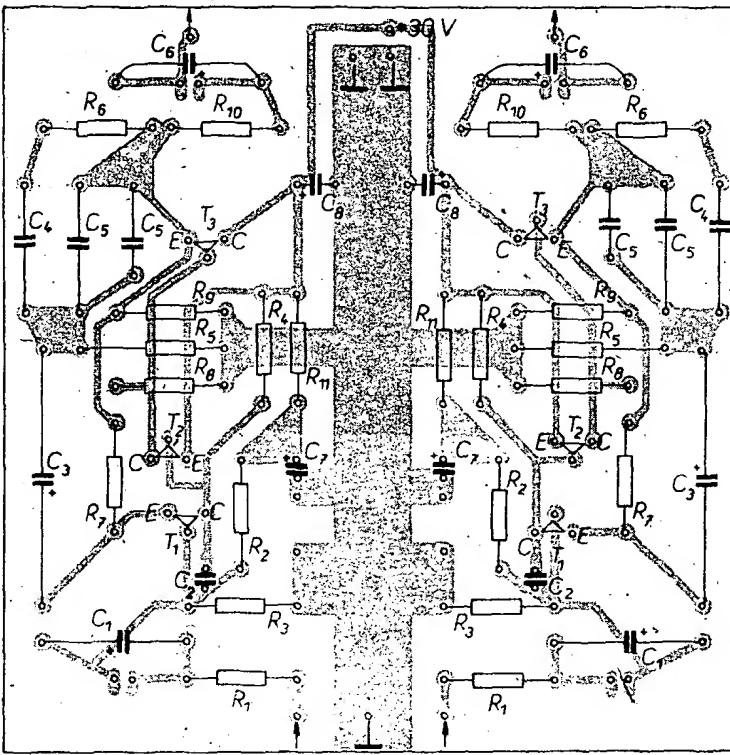
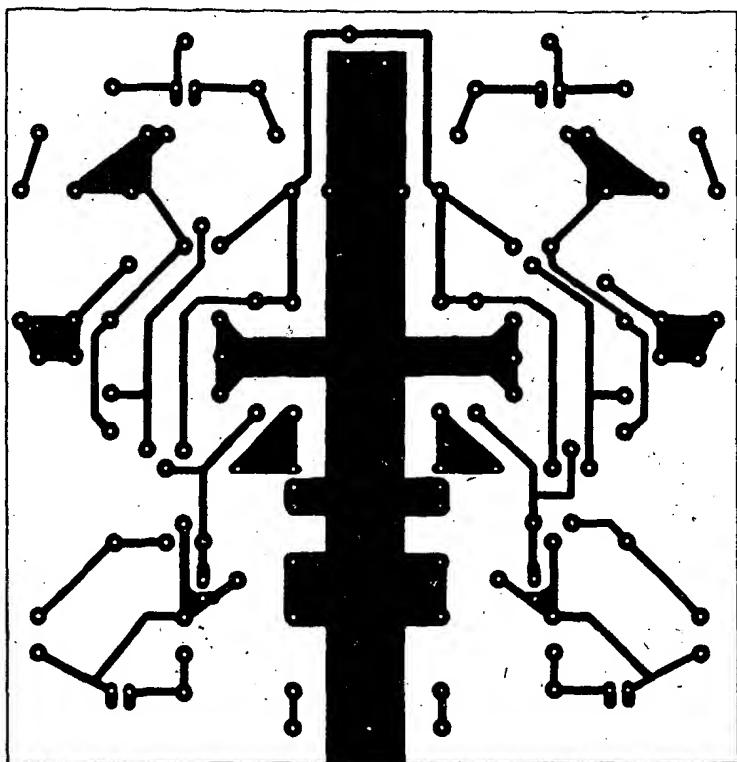
##### Tranzistory

T <sub>1</sub>	KC509 (KC149)
T <sub>2</sub>	BC177 až 9 (KF517, KFY18)
T <sub>3</sub>	KC507 (KC147)

deska s plošnými spoji M 214

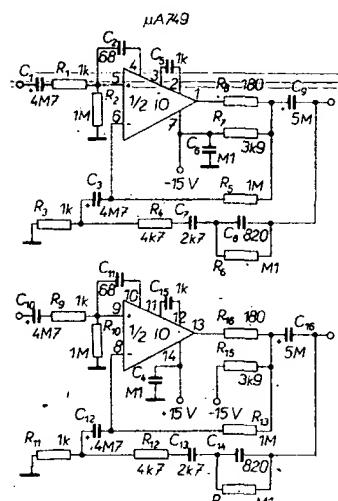
Na desce s plošnými spoji jsou pro C<sub>1</sub> a C<sub>3</sub> díry tak, aby bylo možno použít všechny typy, uvedené v rozpisce součástek.

Na obr. 5 je zapojení předzesilovače pro magnetodynamickou vložku do přenosky se zahraničním integrovaným operačním zesilovačem  $\mu$ A739. Protože popis tohoto dvojitého operačního zesilovače v jednom pouzdře



Obr. 4. Deska s plošnými spoji předzesilovače podle obr. 2, deska osazená součástkami (M 214)

je v kapitole Zajímavé integrované obvody, je zde uvedena jen deska s plošnými spoji (obr. 6) a seznam použitých součástek.



Obr. 5. Předzesilovač pro magnetodynamickou vložku se zahraničním integrovaným obvodem – dvojitým operačním zesilovačem s malým šumem typu μA749

### Seznam součástek předzesilovače podle obr. 5

#### Odpory (yásechny TR 151)

$R_1$	1 kΩ
$R_2$	1 MΩ
$R_3$	1 kΩ
$R_4$	4,7 kΩ, max. 5 %
$R_5$	1 MΩ, max. 5 %
$R_6$	100 kΩ, max. 5 %
$R_7$	3,9 kΩ
$R_8$	180 Ω
$R_9$	1 kΩ
$R_{10}$	1 MΩ
$R_{11}$	1 kΩ
$R_{12}$	4,7 kΩ, max. 5 %
$R_{13}$	1 MΩ, max. 5 %
$R_{14}$	100 kΩ, max. 5 %
$R_{15}$	3,9 kΩ
$R_{16}$	180 Ω

#### Kondenzátory

$C_1, C_3, C_{10}, C_{12}$	4,7 μF, tantalový (kapskový na 25 V, TE 124) (C <sub>1</sub> a C <sub>3</sub> popř. 5 μF/70 V, TE 158)
$C_2, C_{11}$	68 pF, keramický tlbovolný (polštátek)
$C_4, C_6$	0,1 μF, TK 781 (keramický)
$C_5, C_{13}$	1000 pF, keramický miniaturní
$C_7, C_{14}$	2700 pF, viz pozn., max. 5 %
$C_8, C_{15}$	820 pF, viz pozn., max. 5 %
$C_9, C_{16}$	5 μF, TE 158 (nebo tantalový kapskový), popř. TE 004, TE 984

Integrovaný obvod  
IO  $\mu$ A 749  
deska s plošnými spoji M 215

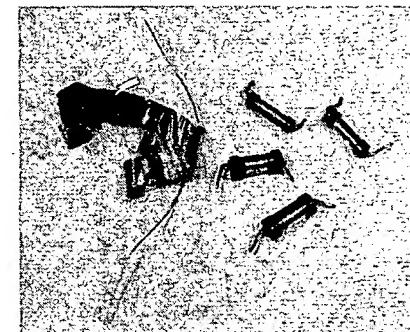
Pozn. Kondenzátory  $C_8$  a  $C_{16}$  popř.  $C_8$  a  $C_{14}$  s uvedenými kapacitami se v u nás vyrábějí v různých typech nevyrobějí. Proto je třeba vybrat z dostupných typů kondenzátory s nejbližší většími kapacitami (např. TC 237, 3300 pF a popř. 1000 pF) a odvijením kovových fólií za současného měření na můstku upravit kapacitu na požadovanou velikost. Taktéž lze nastavit kapacitu s přesností na 1 % i lepší. Po skončení práce je vhodné kondenzátor izolovat proti vlivu vnitřního prostředí bud ponorem do Epoxy 1200, nebo alespoň přelepením páskem Isolepy. Stejně lze upravovat i kondenzátory z řady TC 235 až 7, jejich úprava je však obtížnější, neboť fólie kondenzátoru je spolu s polystyrenovou izolační fólií zálita v čelech kondenzátoru záležací hmotou, z níž vyčnívají vývody kondenzátoru.

Při práci postupujeme takto: ostrou žiletkou nařízneme ochrannou fólii z plastické hmoty, fólii sejmeme a vyjmeme typový štítek s označením kapacity kondenzátoru. Po odviniutí několika dalších vrstev fólie z plastické hmoty se začnou odvíjet i kovové fólie, tvorící kondenzátor. Fólie opatrně odvijíme (jsou dvě – dva „polepy“ kondenzátoru, mezi nimi je fólie z plastické hmoty), část po části odstrňujeme a měříme kapacitu. Po odstrňování fólií kondenzátoru musíme vždy jednu z fólií zkracovat o něco více, aby mezi ustrženými konci fólií nenastal zkrat.

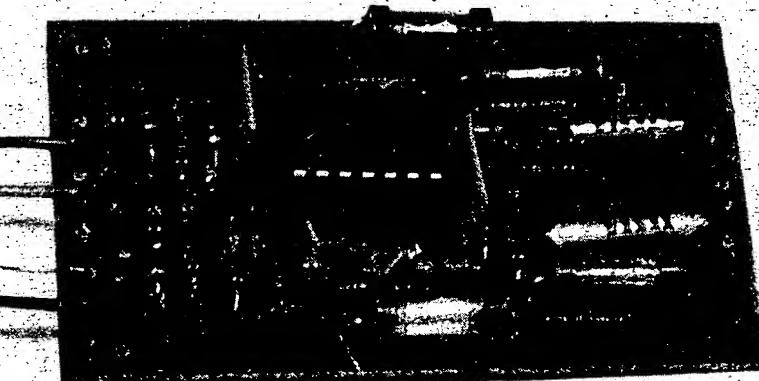
Po dosažení správné kapacity kondenzátor obalíme Isolepou a znova změříme jeho kapacitu. Pak ho již můžeme zapájet do desky s plošnými spoji.

Namáčíme-li po úpravě kondenzátory např. do Epoxy 1200 nebo do jiného ochranného prostředku (laku), musíme počítat s tím, že se při této operaci kapacita kondenzátoru opět poněkud zvětší. Podle mé praxe však zvětšení kapacity nepřesáhne 1 %.

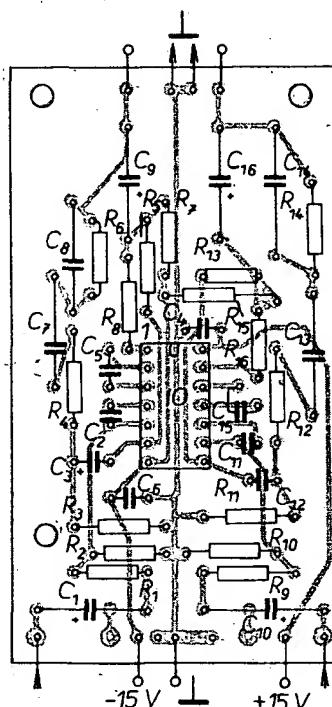
Vzhled „rozebraného“ kondenzátoru je pro názornost zřejmý z fotografie.



Pro  $C_8$  a  $C_{16}$  jsou na desce s plošnými spoji (obr. 6) dvoje díry tak, aby nebylo nutno dělat úpravy na desce při použití kondenzátorů s různou roztečí vývodů.



Obr. 6. Deska s plošnými spoji předzesilovače z obr. 5 (M 215)



Obr. 6. Deska s plošnými spoji předzesilovače z obr. 5 (M 215)

### Měřiče rychlosti otáčení pro motorová vozidla (otáčkoměry)

Otáčkoměry jsou přístroje, které na rozdíl od jiných doplnkových přístrojů do auta mají své nesporné výhody a to jak pro řidiče-začátečníky, tak pro zkušené řidiče. Především lze podle jejich údaje jezdit ekonomicky, tj. při vhodném provozním režimu motoru tak, aby motor měl co největší výkon při co

nejmenší spotřebě pohonných hmot. To očení i zkoušení řidiči. (Pro vůz Škoda 110 L odpovídá maximální točivý moment při nejmenší spotřebě rychlosti otáčení 3500 ot/min). Pro začátečníky je pak otáčkoměr výhodný tím, že lze podle něj dobře odhadnout, kdy je třeba přeřadit z jednoho rychlostního stupně na jiný, čímž se šetří motor a tím opět s spotřebou pohonných hmot.

V dalším textu budou popsány celkem tři různé konstrukce otáčkoměrů pro motorová vozidla – dva se zahraničním integrovaným obvodem SAK215 a jeden s diskrétními součástkami, křemíkovými tranzistory, běžně dostupnými v maloobchodní síti.

Dosud byl při konstrukci otáčkoměru největším problémem nedostatek vhodných měřidel s výchylkou ručky 270°. V době, kdy jsem připravoval konstrukce pro toto číslo AR řady B, bylo však v prodejně Radioamatérů v Žitné ulici v Praze 1 běžně dostání měřidlo o citlivosti 1 mA s výchylkou ručky 270°, navíc ocejchované již přímo v otáčkách za minutu, a to od 0 do 6000 ot/min, což vyhoví pro všechny vozy na našem trhu. Toto měřidlo bylo použito ve dvou případech, ve třetím případě byl otáčkoměr zkonstruován se starším inkurantním měřidlem, které mělo citlivost pro plnou výchylku ručky asi 0,5 mA (0,95 V na plnou výchylku).

Všechny otáčkoměry pracovaly na první zapojení, pouze u druhé varianty (otáčkoměr se dvěma rozsahy a s indikací zmenšení rychlosti otáčení pod určitou mez) je třeba nastavit příslušný odporový trimr tak, aby indikační dioda (LED) svítila v požadovaném rozsahu rychlosti otáčení.

Ještě než si popíšeme konstrukci otáčkoměrů, uvedeme si stručně několik údajů, potřebných k cejchování otáčkoměrů až již s integrovanými obvody, nebo s diskrétními součástkami. Otáčkoměr po dohotovení je nejvhodnější zkoušet a cejchovat na pracovním stole, a to běžným generátorem nebo zkušebním signálem. Kmitočet zkušebního signálu pro zvolenou rychlosť otáčení lze vypočítat ze vztahu

$$f = \frac{kn}{120} \quad (\text{pro čtyřdobý motor}),$$

nebo

$$f = \frac{kn}{60} \quad (\text{pro dvoudobý motor}),$$

kde  $f$  je kmitočet zkušebního signálu v Hz,  $n$  rychlosť otáčení v ot/min,  $k$  počet válců.

Aby byl vypočet kmitočtu zkušebního signálu naprostě jasné, uvedeme si jako příklad výpočet kmitočtu zkušebního signálu pro rychlosť otáčení např. 6000 ot/min pro čtyřdobý čtyřválec:

$$f = \frac{4 \cdot 6000}{120} = 200 \text{ Hz.}$$

Přivedeme-li tedy na vstup otáčkoměru signál o kmitočtu 200 Hz, musí ručka měřidla ukazovat rychlosť otáčení 6000 ot/min. Z uvedeného vztahu lze snadno vypočítat kmitočty, odpovídající různým rychlostem otáčení, tedy např.

pro 1000 ot/min je  $f =$

$$= \frac{4 \cdot 1000}{120} = 33,3 \text{ Hz},$$

pro 1500 ot/min je  $f = 50 \text{ Hz}$ ,

$$2000 \quad 66,7 \text{ Hz},$$

$$3000 \quad 100 \text{ Hz},$$

$$4000 \quad 133 \text{ Hz},$$

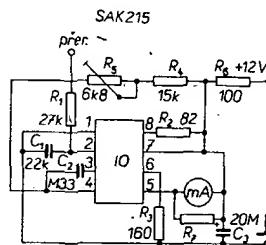
$$5000 \quad 167 \text{ Hz} \text{ atd.}$$

Není-li pro cejchování k dispozici nf generátor, lze použít alespoň informativně sítový transformátor, který má sekundární vinutí pro napětí asi 8 až 12 V – odpovídající výchylka ručky by měla být 1500 ot/min.

### Otáčkoměr s integrovaným obvodem SAK215

Nejjednodušší provedení otáčkoměru je na obr. 7. V zapojení je použit integrovaný obvod zahraniční výroby, jehož parametry jsou uvedeny v kapitole Zájimavé integrované obvody v tomto čísle AR-B (str. 103). Kromě jiného zapojení dokumentuje i to, jak jednoduché jsou nejrůznější elektronické obvody, použíti-li se v nich integrované obvody – a nejdé ovšem jen o jednoduchost, zlepšuje se především spolehlivost, neboť se i řádově zmenšuje počet použitych součástek. Navíc mívají zapojení s integrovanými obvody i lepší parametry.

Integrovaný obvod v obr. 7 vlastně pouze upravuje vstupní impulsy, které přicházejí z přerušovače na vývod 2 IO přes dílci  $R_1$ ,  $C_1$ , na tvar, vhodný k indikaci měřidlem. Napětí palubní sítě, přiváděné na otáčkoměr, se zmenšuje odporom  $R_6$  a filtrace kondenzátorem  $C_3$ . Kondenzátor též částečně zamezuje kmitání ručky měřidla při malých rychlostech otáčení motoru.



Obr. 7. Zapojení otáčkoměru s integrovaným obvodem SAK215

Odpor  $R_7$  slouží jako bočník k použitímu měřidlu, neboť prodávané měřidlo má citlivost 1 mA a pro tento otáčkoměr se vyžaduje měřidlo s citlivostí 10 mA. Nejhodnější je použít jako  $R_7$  odporový trimr, který se po nastavení a ocejchování přístroje změří a nahradí pevným odporem (nebo kombinací pevných odporů). Ostatní odporové omezují proudy jednotlivými vývody IO a je třeba dodržet (pro bezporuchový provoz). Stejně tak je třeba dodržet kapacitu kondenzátoru  $C_2$  podle schématu.

Otáčkoměr byl postaven na desce s plošnými spoji podle obr. 8. Deska je upravena tak, aby ji bylo možno přišroubovat přímo pod upevnovací šrouby použitého měřidla.

### Uvedení do chodu a ocejchování

Při uvádění do chodu nastavíme trimr  $R_5$  na polovinu odporu (běžec asi v polovině odporové dráhy), pak připojíme napájecí napětí. Ručka měřidla by měla mít nulovou výchylku. Odběr ze zdroje by měl být asi do 10 mA.

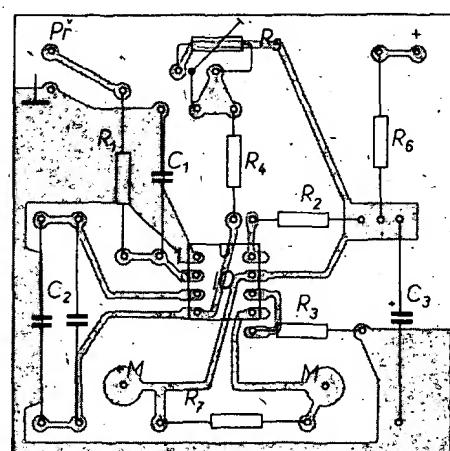
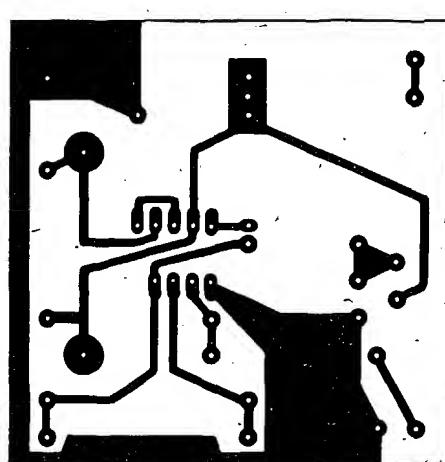
Je-li vše v pořádku, připojíme generátor zkoušebního nf signálu. Na generátoru nastavíme kmitočet 200 Hz, výstupní napětí asi 3 až 10 V. Trimrem  $R_5$  zvětšíme výchylku ručky na maximum, neboť tento kmitočet odpovídá rychlosti otáčení, kterou jsme zvolili za horní mezní údaj – 6000 ot/min. Není-li možno trimrem nastavit ručku na konec stupnice, změníme odpor v sérii s trimrem ( $R_4$ ), případně změníme odpor  $R_7$ .

Dále ověříme souhlas stupnice při dalších kmitočtech. Budou-li rozdíly mezi cejchováním stupnice a odpovídajícími rychlostmi otáčení příliš velké, stupnice bude třeba překreslit podle skutečných údajů ot/min (podle mých zkušeností to však není při použití měřidla Metra D 70cn třeba).

Po skončení práce umístíme měřidlo s desítkou s plošnými spoji někam na palubní desku do zorného pole řidiče, přivedeme signál od přerušovače, připojíme napájecí napětí a nezapomeneme zem přístroje spolehlivě propojit se šasi – kóstrou motorového vozidla.

### Seznam součástek

Odpory	
$R_1$	27 k $\Omega$ , TR 152
$R_2$	82 $\Omega$ , TR 152
$R_3$	160 $\Omega$ , TR 152 (popř. vybrat ze 150 $\Omega$ /A)
$R_4$	15 k $\Omega$ , TR 152 nebo TR 151
$R_5$	odporový trimr 6,8 k $\Omega$ , TP 011 (TP 110)
$R_6$	100 $\Omega$ , TR 153



Obr. 8. Deska s plošnými spoji otáčkoměru z obr. 8 a deska osazená součástkami (M 216)

**Kondenzátory**  
 C<sub>1</sub> 22 nF, např. TC 279 nebo pod.  
 C<sub>2</sub> 0,33  $\mu$ F, TC 180 (popř.  
 složit ze dvou 0,15  $\mu$ F  
 nebo z 0,1  $\mu$ F + 0,22  $\mu$ F)  
 C<sub>3</sub> 20  $\mu$ F, TE 154 (TE 984, TE 986,  
 popř. TC 974)

**Integrovaný obvod**  
 SAK215 (ITT)

**Měřidlo**  
 D 70 cn, citlivost 1 mA  
 deska s plošnými spoji M 216

Hmotný vzorek otáčkoměru je na fotografii na obálce.

### Otáčkoměr se dvěma rozsahy a s indikací malých rychlostí otáčení

Variantou zapojení otáčkoměru s integrovaným obvodem SAK215 je otáčkoměr na obr. 9. Otáčkoměr byl postaven pro vůz Wartburg 353. Pro seřizování volnoběhu u tohoto vozu je výhodné, má-li otáčkoměr dva rozsahy, takže lze údaj ve zvoleném rozsahu čist velmi přesně, neboť výrobce doporučuje v technických údajích rychlost

otáčení pro volnoběh kolem 900 ot/min. Proto byl otáčkoměr podle obr. 7 doplněn o spínač, kterým lze do sérii s původními odpory R<sub>4</sub> a R<sub>5</sub> zapojit další dva odpory, opět jeden pevný a jeden proměnný. Spínač tyto odpory přemostuje při rozsahu 0 až 6000 ot/min, při prvním rozsahu (tj. 0 až 1000 ot/min) je spínač rozpojen.

Původní zapojení otáčkoměru však bylo doplněno ještě obvodem k indikaci malých rychlostí otáčení, a to z ryze praktických důvodů (jako novopečení šoféři zasedli za volant další členové rodiny). Začínající řidič totiž někdy nedovedou odhadnout okamžik, v němž je třeba při jízdě do kopce přefadit na nižší rychlostní stupeň, aby byly zachovány optimální provozní podmínky („otáčky“) motoru. Aby nebylo nutno sledovat stále ručku otáčkoměru, byl přístroj doplněn optickým návěstníkem, signalizujícím zmenšení rychlosti otáčení motoru pod určitou mez.

Jak vyplývá ze zapojení na obr. 9, byl otáčkoměr doplněn o dva tranzistory a další pasivní součástky. Jako indikační prvek byla zvolena svítivá dioda (LED).

Tranzistor T<sub>1</sub> je úbytkem napětí na diodě D<sub>1</sub> udržován v zavřeném stavu a tím je

uzavřen i tranzistor T<sub>2</sub>, takže svítivá dioda D<sub>2</sub> svítí. Zvětšuje-li se na výstupu IO (vývod 5) záporné napětí při zvětšování rychlosti otáčení, tranzistory se otevírají. Průtok protékající tranzistorem T<sub>2</sub> zvětší úbytek napětí na kolektorovém odporu R<sub>14</sub>, napětí na diodě D<sub>2</sub> se zmenšuje a dioda zhasíná.

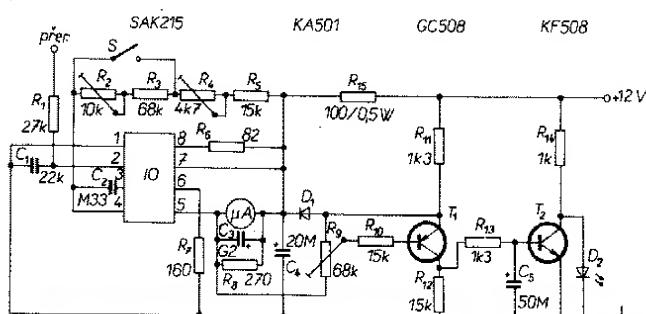
Kondenzátor C<sub>5</sub> filtryuje napětí na bázi tranzistoru T<sub>2</sub>, aby dioda D<sub>2</sub> při indikaci neblíkala. Práh sepnutí tranzistoru (zhasnutí LED) lze měnit nastavením odporného trimru R<sub>9</sub>.

Na místě T<sub>1</sub> byl použit germaniový tranzistor p-n-p (blíže neidentifikovatelný). Jak jsem si ověřil, lze na jeho místě použít prakticky libovolný tranzistor p-n-p. Z hlediska teplotní stability indikace by bylo nejvhodnější použít jako T<sub>1</sub> křemíkový tranzistor (např. KF517 nebo KSY18 apod.), což by si však patrně vyžádalo zapojit jako D<sub>1</sub> dvě diody v sérii.

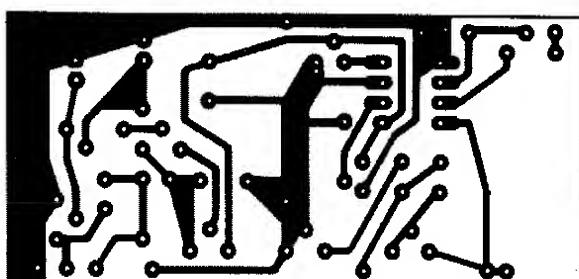
Jako T<sub>2</sub> lze použít libovolný křemíkový tranzistor n-p-n, vyhoví např. typy KF506 až 509, KFY36 nebo KFY46 apod.

Použije-li se místo spínače S přepínač s více polohami, lze měřidlo otáčkoměru použít po ocejchování i jako voltmetr, indikující napětí palubní sítě apod.

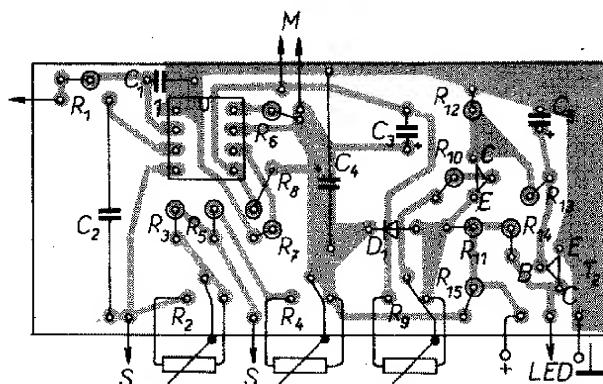
Otáčkoměr i s dodatkovými obvody byl zapojen na desce s plošnými spoji podle obr. 9. Všechny odpory podle rozpisu jsou poněkud předimenzovány pokud jde o jejich zatížení, pro náročný provoz do motorového vozidla je to však zárukou jejich spolehlivého provozu. Z tohoto hlediska lze místo TR 152 použít i typy TR 151 nebo TR 112, pouze odpor R<sub>15</sub>, 100  $\Omega$ , musí být minimálně na zatížení 0,5 W. Jako odporné trimry je z důvodu stálosti a spolehlivosti vhodné použít typy s keramickým nosníkem odporné dráhy, vyhoví však i běžné typy do plošných spojů.



Obr. 9. Zapojení otáčkoměru se dvěma rozsahy a s indikací malých rychlostí otáčení se zahraničním integrovaným obvodem SAK215



Obr. 10. Deska s plošnými spoji otáčkoměru z obr. 9 a deska, osazená součástkami (M 217)

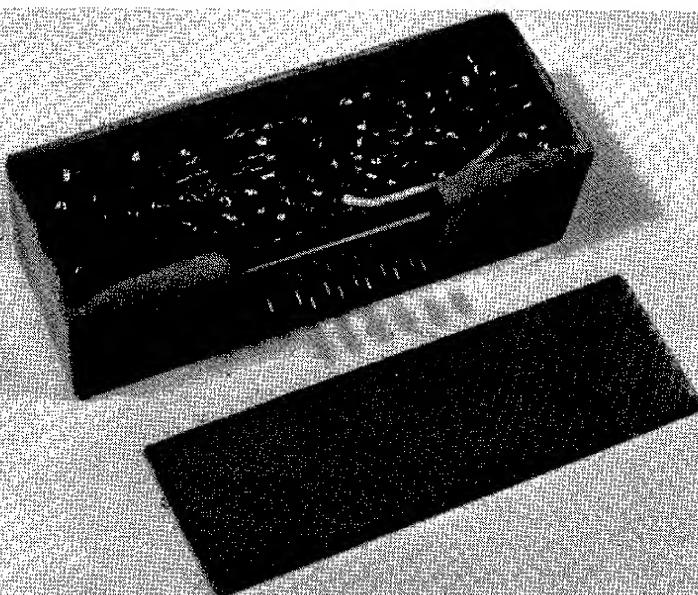


### Seznam součástek

Odpory	
R <sub>1</sub>	27 k $\Omega$ , TR 151 (TR 152)
R <sub>2</sub>	odporový trimr 10 k $\Omega$ , viz text
R <sub>3</sub>	68 k $\Omega$ , TR 151 (TR 152)
R <sub>4</sub>	odporový trimr 4,7 k $\Omega$ , viz text
R <sub>5</sub>	15 k $\Omega$ , TR 151 (TR 152)
R <sub>6</sub>	82 $\Omega$ , TR 152
R <sub>7</sub>	160 $\Omega$ , TR 152
R <sub>8</sub>	270 $\Omega$ , TR 151 (podle použitého měřidla)
R <sub>9</sub>	odporový trimr 68 k $\Omega$ , viz text
R <sub>10</sub>	15 k $\Omega$ , TR 151 (TR 152)
R <sub>11</sub>	1,3 k $\Omega$ , TR 152
R <sub>12</sub>	15 k $\Omega$ , TR 152 (TR 151)
R <sub>13</sub>	1,3 k $\Omega$ , TR 152
R <sub>14</sub>	1 k $\Omega$ , TR 152 (TR 151)
R <sub>15</sub>	100 $\Omega$ , TR 153 (nebo jiný alespoň 0,5 W)

### Kondenzátory

C <sub>1</sub>	22 nF, keramický polštářek
C <sub>2</sub>	0,33 $\mu$ F, TC 180
C <sub>3</sub>	200 $\mu$ F, TE 002



Označená deska s plošnými spoji podle obr. 10, připravená v pouzdře k montáži do palubní desky

C 200  $\mu$ F, TC 984  
C 50  $\mu$ F, TE 002 (TE 004)

**Polovodičové prvky**

IO integrovaný obvod SAK215 (ITT)  
T<sub>1</sub> tranzistor p-n-p (viz text)  
T<sub>2</sub> tranzistor n-p-n (KF506  
až 8 apod., viz text)  
D<sub>1</sub> KA501 až 504  
D<sub>2</sub> LED (libovolný typ)

**Měřidlo**

$\mu$ A starší typ o citlivosti 0,5 mA  
(0,95 V) pro plnou výchylku ručky

spinač S jednopólový nebo přepínač (viz text)  
deská s plošnými spoji M 217

**Otačkomér s diskrétními prvky**

Zapojení otačkoméru s diskrétními prvky využívá toho principu elektronického měření rychlosti otáčení, při němž se využívá setravnost ručkového měřidla při měření proudových impulsů určitého konstantního tvaru s opakovacím kmitočtem, proporcionalním rychlosti otáčení.

Sled impulsů o kmitočtu, který je úměrný rychlosti otáčení, je v motorovém vozidle

zíci například na kontaktech přerušovače jednotlivých impulsů na kontakturnírušovače není však konstantní, závisí na nich nastavení a na rychlosti otáčení. Proto je třeba před tím, než projdou impulsy měřidlem, upravit jejich tvar. Ve velké většině otačkomérů s diskrétními prvky se k tomuto účelu používá klopný obvod, v zapojení na obr. 11 je to monostabilní klopný obvod se dvěma tranzistory n-p-n.

V klidovém stavu je tranzistor T<sub>2</sub> otevřen. Při každém rozpojení kontaktu přerušovače se uvede do vodivého stavu i tranzistor T<sub>1</sub> a to kladným impulsem na bázi. Zapojení se překlopí do metastabilního stavu. Měřidlo v kolektorovém obvodu tranzistoru T<sub>1</sub> ukáže výchylkou ručky střední proud tranzistorem T<sub>1</sub> při jeho otevření. Čím častěji přicházejí impulsy na bázi T<sub>1</sub> (tj. čím větší je rychlosť otáčení), tím větší bude výchylka ručky měřidla. Údaj měřidla je nezávislý na tvaru budicích impulsů a je úměrný rychlosti spínání kontaktu přerušovače (rychlosť otáčení motoru).

Doba, po níž je tranzistor T<sub>1</sub> ve vodivém stavu (doba jeho sepnutí) je asi 3,5 ms, což stačí ke spolehlivé činnosti, avšak vylučuje přitom ovlivňování činnosti tranzistoru vnějšími vlivy (k nimž lze počítat např. indukci rušivých impulsů při přeskučení jiskry na svíčce apod. do přívodu k otačkoméru, které by mohlo uvést tranzistor T<sub>1</sub> do vodivého stavu i během jednoho pracovního cyklu vícekrát). Na druhé straně ovšem zvolená

doba překlopení tranzistoru umožňuje měřit impulsy o opakovacím kmitočtu asi 7500 ot/min (pro čtyřdobý čtyrválec). To však v praxi bohatě využívá, neboť převažná většina motorových vozidel na našem trhu má maximální rychlosť otáčení kolem 6000 ot/min.

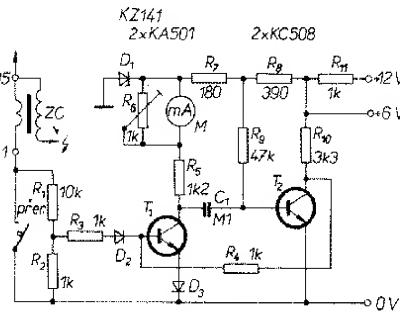
Aby byly údaje měřidla včetně nejširším rozsahu nezávislé na teplotě okolí, je do emitorového přívodu tranzistoru T<sub>1</sub> zapojena dioda D<sub>3</sub>, která kompenzuje teplotní závislost prahového překlápacího napětí tranzistoru T<sub>2</sub>. Bez této diody by se se zvýšující se teplotou snižovala mezi přepnutí tranzistoru T<sub>2</sub> klopného obvodu a tím zkracovala výpinační doba tohoto tranzistoru. To by mělo za následek jinou výchylku ručky měřicího přístroje, než jaká by odpovídala měřené rychlosti otáčení.

Tímto způsobem kompenzovaná teplotní závislost přístroje umožnila zmenšit chybu údaje v závislosti na teplotě tak, že je pro teplotní rozdíl 50 °C menší než 1 %.

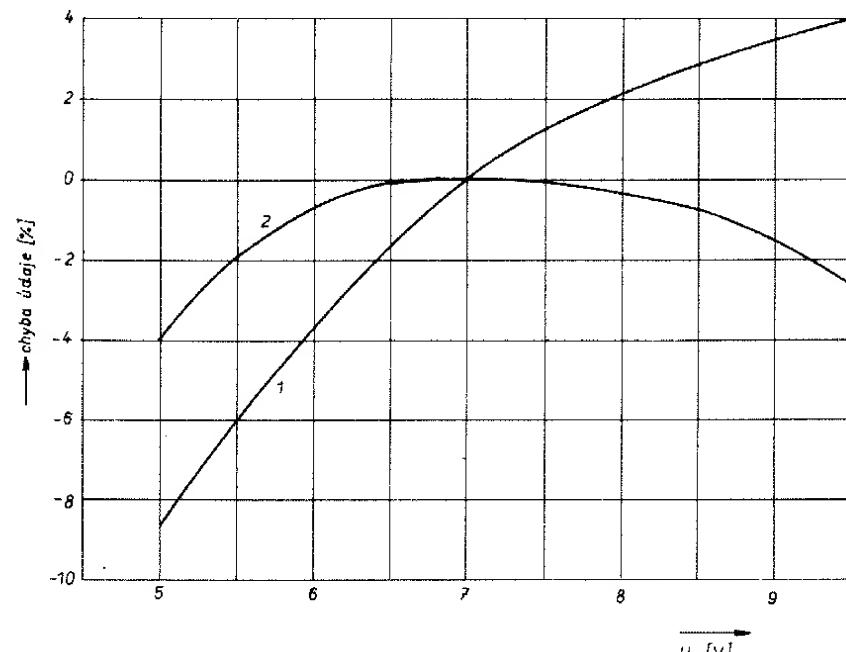
Při konstrukci otačkomérů je vždy zvláštní zřetel brán na nezávislost jejich údaje na napájecím napětí, neboť napětí palubní sítě při provozu značně kolísá v závislosti na stavu akumulátoru, nastavení a stavu regulátoru, počtu zapojených spotřebičů apod.

Aby byl údaj měřidla na napájecím napětí nezávislý, je třeba napájecí napětí pro otačkomér vhodně stabilizovat. V nejjednoduš-

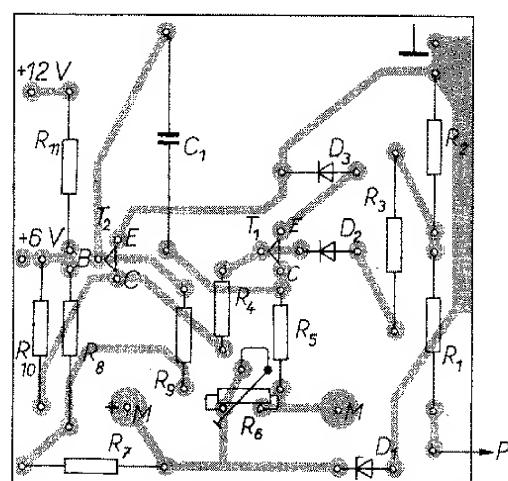
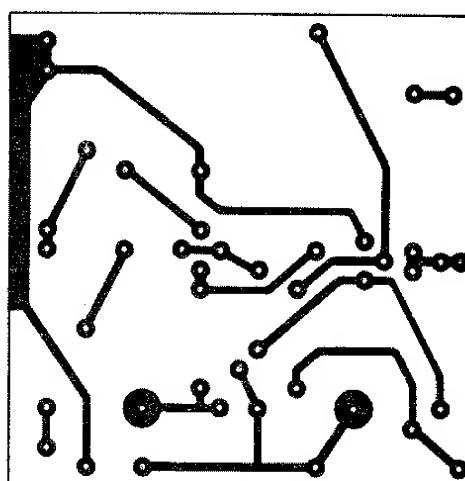
ším případě se to řeší tak, že se stabilizuje napájecí napětí pro celý otáčkomér Zenerovou diodou. Při větších náročích na přesnost měření rychlosť otáčení se však ukáza tento způsob stabilizace jako málo účinný, neboť Zenerovy diody s malým Zenerovým napětím mají relativně velký diferenciální odpor. Pro názornost je na obr. 12 závislost přesnosti údaje měřidla na napájecím napětí, použíje-li se ke stabilizaci celkového napájecího napětí Zenerovou diodu se Zenerovým napě-



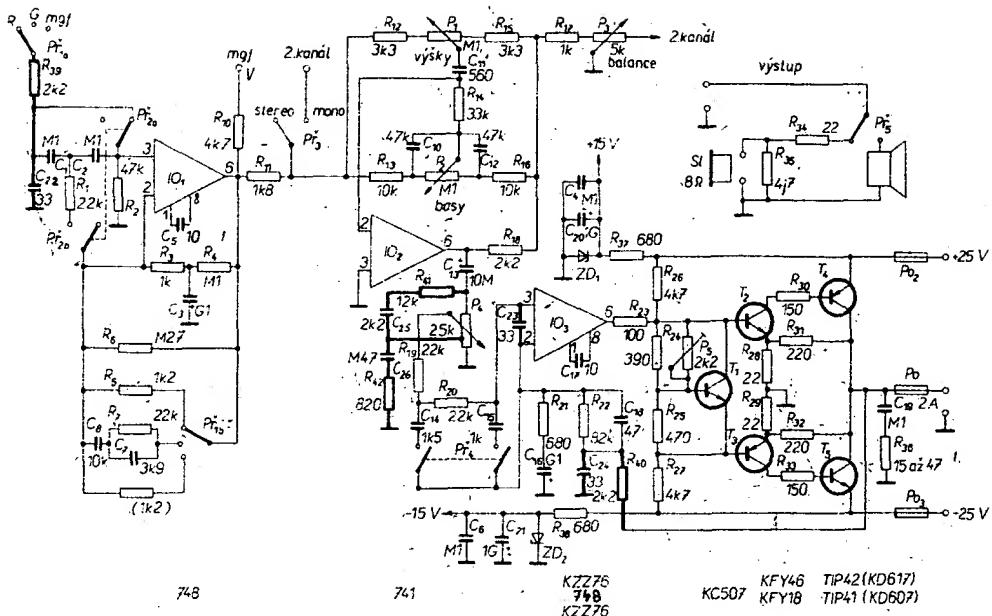
Obr. 11. Zapojení otačkoméru s diskrétními prvky. Otačkomér může být použit ve vozech s napájením palubní sítě 6 nebo 12 V, rozsah měření je 0 až 6000 ot/min



Obr. 12. Závislost chyby údaje měřidla na napájecím napětí. Křivka 1 odpovídá chybě při stabilizaci celkového napájecího napětí, křivka 2 při stabilizaci napětí pouze pro T<sub>1</sub> (obr. 11)



Obr. 13. Deska s plošnými spoji pro otačkomér z obr. 11 a deska, osazená součástkami (M 218)



Obr. 14. Upravené zapojení nf zesilovače z AR A12/76. Tučně zakreslené součásti byly do zapojení přidány na základě zkušeností z provozu. Zesilovač má zakresleny jen tři vstupy – jejich počet lze však libovolně rozšířit, je pak třeba jen vhodně zvolit odpory, přepínané  $P_{Tb}$

tim kolem 4 V (krivka 1, graf byl změřen při napájecím napětí 5 až 9,5 V, které bylo priváděno na spoj odporník  $R_k$  a  $R_{10}$ , tj. na přívod, určený pro napájecí napětí u motorových vozidel s napětím palubní sítě 6 V).

Jak se pokusy ukázalo, lze mnohem lepších výsledků dosáhnout stabilizováním napájecího napětí podle zapojení na obr. 11, tj. pouze pro tranzistor  $T_1$ . Tranzistor  $T_2$  je sice v tomto případě napájen napětím, kolisajícím v závislosti na kolisání napětí palubní sítě, díky stabilizaci napájecího napětí pro první tranzistor je však vliv většího napájecího napětí na proud měřidlem zcela nepatrný, současně se však i rychleji vybije kondenzátor  $C_1$  přes odporník 47 k $\Omega$  ( $R_9$ ), na jehož horním konci je nyní větší napětí. Protože kondenzátor  $C_1$  určuje spinací dobu tranzistoru  $T_1$ , bude mít popsaný jev za následek, že se bude se zvětšujícím se napájecím napětím spinací doba tranzistoru zkracovat. Údaj měřidla, který je proporcionální jednak kolektorovému proudu  $T_1$  a jednak jeho spinací dobu, bude proto v určitém rozsahu do jisté míry nezávislý na napájecím napětí. Pro porovnání je na obr. 12 krivka 2, charakterizující nezávislost údaje přístroje na velikosti napájecího napětí pro tento druhý případ – stabilizaci napájecího napětí pouze prvního tranzistoru. Jak vysvitá z průběhu krivky, je vliv relativního přírůstku proudu při zvětšování napájecího napětí zprvu ještě větší než vliv zkracování spinací doby tranzistoru. Tenčí druhý činitel se však zároveň výrazně uplatňovat při větších napájecích napětích a výsledkem je chyba údaje měřidla menší než asi 0,5 % při napájecím napětí v rozsahu 6 až 8 V. Tato přesnost vynikne obzvláště ve srovnání s případem, kdy bylo stabilizováno napájecí napětí pro celý otáčkomér – něho je ve stejném rozsahu napájecího napětí chyba údaje větší než 5 %.

Pro vozy s palubním napětím 12 V, tj. pro napájecí napětí 11 až 17 V je údaj měřidla správný s tolerancí 0,5 %, a to v celém rozsahu měřených rychlostí otáčení.

Otačkomér byl zkonstruován na desce s plošnými spoji, která byla navržena k připevnění přímo pod šrouby vývodů měřidla. Měřidlo má již stupnice ocejchovanou od 0 do 6000 ot/min, takže po osazení desky součástkami a po jejím připojení (příslušného) k měřidlu treba podle kmitočtu vstupního signálu pouze nastavit odporný trimr  $R_8$ .

aby údaj měřidla v ot/min odpovídal kmitočtu zkoušebního signálu.

### Seznam součástek

Odpory (vesměs TR 152)
$R_1$ 10 k $\Omega$
$R_2, R_3, R_4$ 1 k $\Omega$
$R_5$ 1,2 k $\Omega$
$R_6$ odporný trimr 1 k $\Omega$ , TP011 (TP 110)
$R_7$ 180 $\Omega$
$R_8$ 390 $\Omega$
$R_9$ 47 k $\Omega$
$R_{11}$ 3,3 k $\Omega$
$R_{12}$ 1 k $\Omega$

Kondenzátory
$C_1$ 0,1 $\mu$ F, TC 180, popř. TC 279

Položidlové prvky
$T_1, T_2$ KC507 (KC508, KC147, KC148, KS500)
$D_2, D_3$ KA501 (KA504)
$D_1$ Zenerova dioda 4,7 V, KZ141

Měřidlo
mA typ D 70 cm Metra, citlivost 1 mA

deska s plošnými spoji M 218

### Úpravy zesilovače TEXAN z AR A12/76

Jednou z nejúspěšnějších konstrukcí posledních let, která byla uveřejněna v AR, je bezoperační zesilovač, jehož schéma bylo uveřejněno v AR A12/76 (deska s plošnými spoji v AR A1/77 a poznámky redakce ke stavbě v AR A2/77). Byl jsem též jedním z těch, kteří si zesilovač postavili a byl jsem s ním velmi spokojen.

Při stavbě zesilovače jsem realizoval již úpravy, popsané v poznámkách redakce ke stavbě. Během doby mi však začaly vadit dvě základní konstrukční „vady“ zesilovače – jednak to, že se při přepínání vstupů ozývaly (byl-li potenciometr hlasitosti nastaven na určitou, byl i malou hlasitostí) z reproduktoru rázy, silné lupání, a jednak to, že díky kmitočtové závislosti sluchu bylo třeba při tichém poslechu nastavovat regulátory hlasitosti a výsek téměř na maximum, při silnějším poslechu pak znova korekce příslušně upravovat, aby v reprodukci nebyly okrajové kmitočty příliš zdůrazněny.

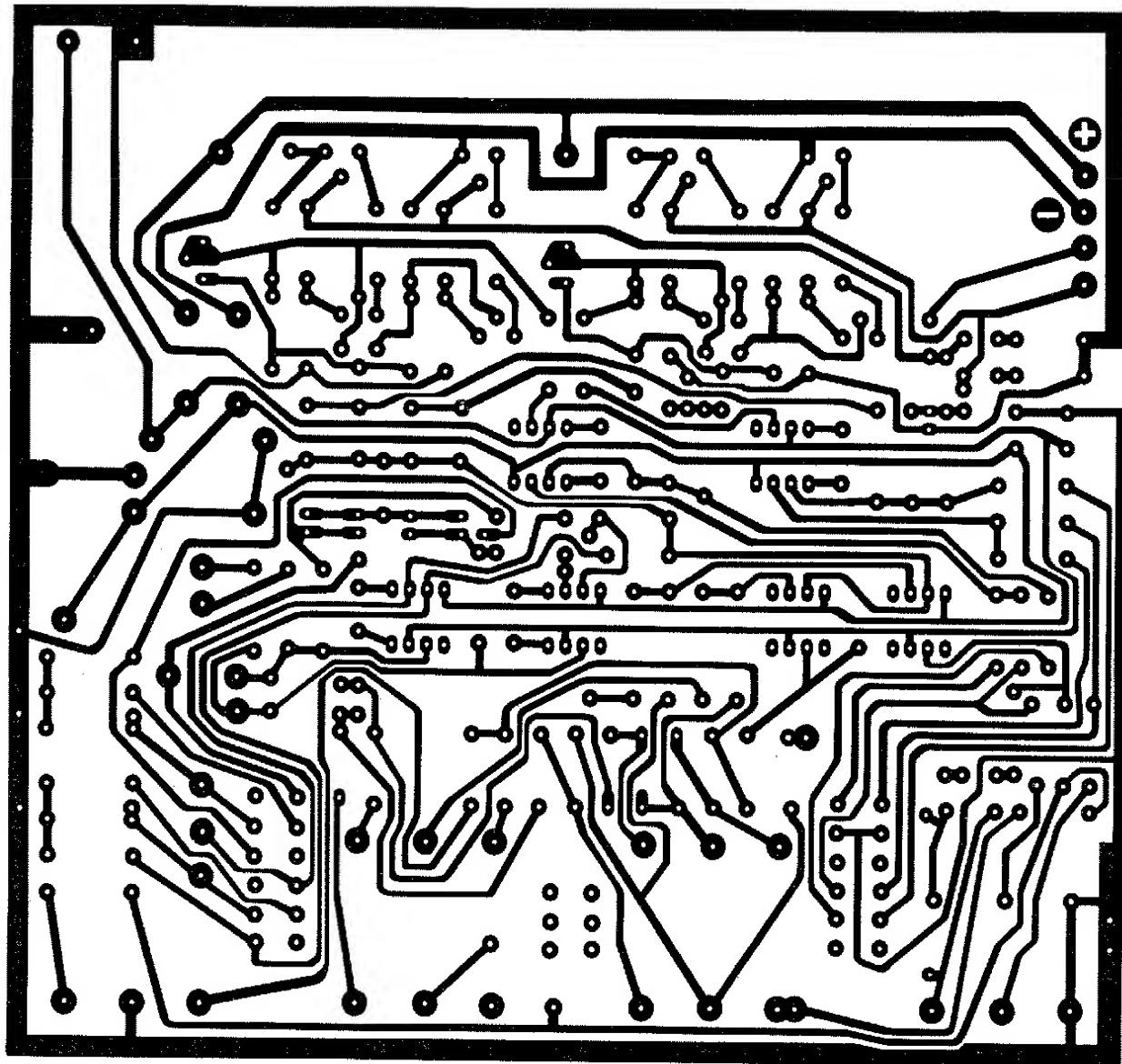
Zesilovač jsem proto upravil. První nedostatek, vznikající proto, že se při rozpojení

kontaktu přepínače vstupu na okamžik rozpojila větev zpětné vazby, omezující zesílení vstupního operačního zesilovače, takže byly zesíleny a přeneseny do koncového zesilovače všechny rušivé signály ze vstupu, se mi podařilo do značné míry odstranit tím, že jsem odporník  $R_8$  (součást-korekčního členu  $RC$  pro magnetodynamickou vložku do přenosky) připojil napevno, z běžeče přepínače na společný bod, tj. na vývod 2 prvního operačního zesilovače (obr. 14). Odpor je sice v tomto případě zapojen paralelně k předřadním odpornům všech vstupů, ty jsou však 1,2 k $\Omega$ , takže výsledný odpor této kombinace, 1,194 k $\Omega$ , nijak charakter vstupů nezmění. Přitom je vhodné použít k přepínání vstupů takový přepínač, u něhož přechází při přepínání běžec z jednoho kontaktu na druhý tak, aby ještě než opustí jeden kontakt, byl již sepnut další kontakt, tedy tak, aby nebyl běžec při přepínání „ve vzduchu“. Tím lze rušivé rázy při přepínání zcela odstranit.

Pokud jde o druhý nedostatek, je zřejmé, že by pomohla fyziologická regulace hlasitosti. Lidský sluch má totiž základní nedostatek v tom, že se jeho relativní citlivost k signálu různých kmitočt mění v závislosti na hlasitosti těchto signálů. V praxi to znamená, že při maximálních hlasitostech zvukových signálů vnímá ucho hlasitost signálů nízkých, středních i vysokých kmitočt celkem rovnomořně, zatímco při zmenšující se hlasitosti se zmenšuje i sluchový vjem relativní hlasitosti nízkých a nejvyšších tónů. V praxi to znamená, že se při malých hlasitostech reproducce „zplňuje“, zdá se, jakoby v nich byly nízké a vysoké tóny.

Tento nedostatek lze odstranit relativně snadno, použijte-li se jako potenciometr k regulaci hlasitosti potenciometr s odběrkou na odpornové dráze, k níž se připojí doplňkový elektrický obvod, který při zmenšování hlasitosti regulátorem (tedy v dolní části dráhy jeho běžce, vztáheno k zemi) zdůrazní oblasti nízkých a nejvyšších kmitočt přenášeného signálu tak, aby byla popsána závislost ucha kompenzována.

Celá věc má však jeden háček – při řešení korekčních obvodů regulátorů hlasitosti musí



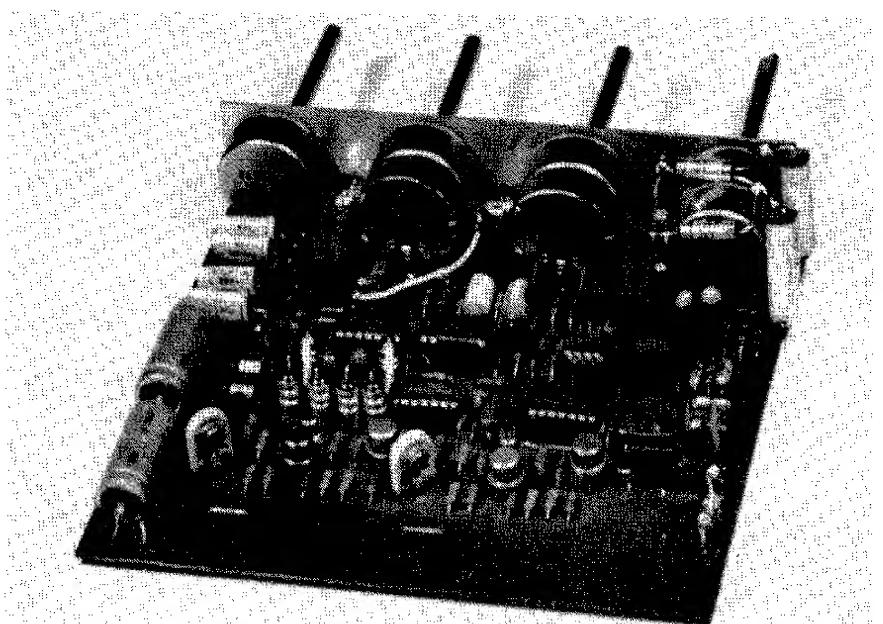
Obr. 15. Deska s plošnými spoji M 219 zesilovače z obr. 14. Prázdné díry v plošných spojích jsou určeny pro připojení součástek fyziologického regulátoru hlasitosti (jde o díry po obou stranách P<sub>4</sub>)

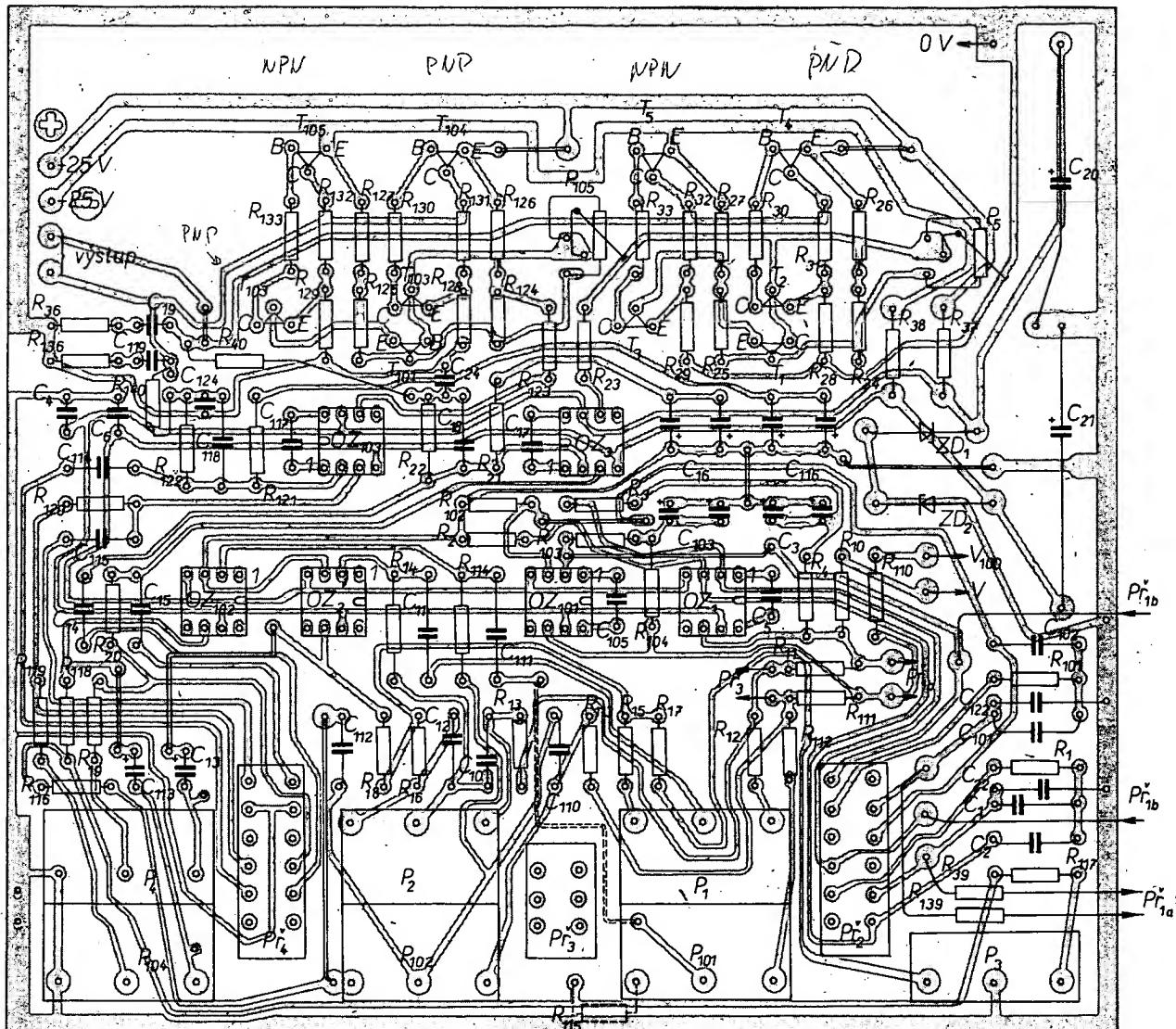
být v tomto případě dodržena podmínka optimálního napětí signálu. Kdyby bylo totiž signálové napětí příliš velké, pak bychom museli nastavovat potenciometr hlasitosti tak, že by byl jeho běžec na počátku odporevé dráhy, „fyziologie“ by pracovala a tím by se nepráznivě ovlivňoval kmitočtový průběh zesilovače – zdůrazňovaly by se nezádoucí způsobem signály nízkých i nejvyšších kmitočtů. Kdyby naopak bylo signálové napětí příliš malé, pak bychom museli nastavovat běžec potenciometru na horní konec odporevé dráhy, čímž by se fyziologická regulace přestávala uplatňovat.

Proto je třeba podle konkrétních zdrojů signálu upravit při použití fyziologické regulace zesílení operačního zesilovače tak, aby pro výsledný vjem stejné hlasitosti reprodukce byl při jednotlivých zdrojích signálu běžec regulátor hlasitosti přibližně ve stejné poloze. Vzhledem k tomu, že výstupní napětí kanálu pro magnetodynamickou přenosku nemůžeme jednoduše ovlivňovat, přizpůsobíme výstupní napětí ostatních zdrojů signálu podle signálu z vložky přenosky. V praxi to znamená, že podle výstupního napětí tuneru (popř. mikrofonu, kazetového magnetofonu apod.) upravíme odporník zpětné vazby, zařazený přepínačem Př<sub>1b</sub>.

Proti původnímu zapojení je tedy jako potenciometr hlasitosti v upraveném zapojení použit tandemový potenciometr 25 k $\Omega$

s odbočkou, na níž jsou připojeny R<sub>41</sub>, C<sub>25</sub>, C<sub>26</sub> a R<sub>42</sub>. Vzhledem k tomu, že bylo složité upravovat celou desku s plošnými





### Deska M219, osazená součástkami

spoji, jsou součástky fyziologické regulace zapojeny tak, jak je zřejmě z fotografie – v desce s plošnými spoji (obr. 15) jsou pro ně příslušné díry po stranách potenciometru hlasitostí Pa.

K mechanickému uspořádání ještě několik slov – dodatkové odpory filtrů proti výrušení (a příslušné kondenzátory) jsou zapojeny v desce s plošnými spoji kromě odporu  $R_{39}$  a  $R_{13}$  (součástky druhého kanálu) jsou značeny stejným číslem jako součástky prvního kanálu, jejich pořadové číslo je však o 100 větší), které jsou na přepínači Př<sub>1a</sub>.

Protéže je vhodné spojit všechny kostry potenciometrů a spoj připojit na zem, byla k jejich propojení použita „kulisa“ z kuprextitu, která současně slouží ke zlepšení mechanického upevnění potenciometrů, především

pak potenciometru vyvážení kanálů P<sub>3</sub>. Kulisa je zřejmá z fotografie osazené desky s plošnými spoji.

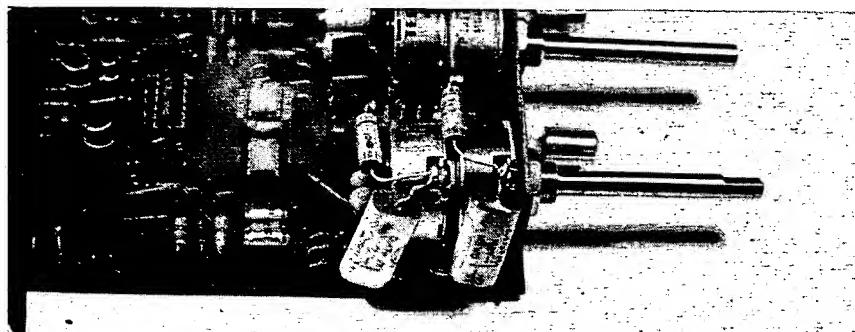
Protože byl k přepínání vstupů použit otočný přepínač (a nikoli jako v původním provedení tlačítková souprava), bylo do středu mezi potenciometry hloubek a výšek umístěno tlačítko mono-stereo. Díry pro vývody tlačítka jsou na desce s plošnými spoji, přívody k tlačítku jsou vedeny dráty z bodů na desce s plošnými spoji, označenými P<sub>1</sub> a šípkami.

Kdo by chtěl upravit podle zapojení na obr. 14 již hotový zesilovač, může se snadno orientovat ve schématu, kde jsou všechny přidávané součástky zakresleny tučněji.

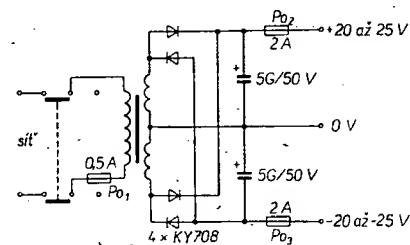
Jen pro úplnost je na obr. 16 síťový zdroj pro zesilovač. Pokud jde o síťový transformá-

tor, stačí typ se sekundárním napětím v me-  
zích 14 až 18 V pro proud asi  $1,5 \text{ A}$  —  
výstupní výkon zesílovače bude pak asi ko-  
lem 20 W.

Ještě několik slov k součástkám. Dopusd bylo největším problémem sehnat operační zesilovače a doplňkovou dvojici koncových tranzistorů. V současné době má prodejna TESLA v Pardubicích na skladě všechny polovodičové součástky, potřebné ke stavbě. Jako koncová dvojice tranzistorů byla použita dvojice KD606 + KD616, která se velmi osvědčila, stejně jako operační zesilovače tuzemské výroby. Kromě toho všem zájemcům o stavbu výšla vstříc prodejna TESLA v Pardubicích tm, že pro ně připravila jednak kompletní sadu součástek podle „Seznamu součástek“, který je uveden na závěr tohoto



Umístění součástek obvodu pro fyziologickou regulaci hlasitosti u potenciometru hlasitosti



Obr. 16: Zapojení zdroje pro zesilovač z obr. 14

článku, a jednak kompletní sadu polovodičových součástek k osazení zesilovače.

Ke konstrukci zesilovače platí ovšem vše, co bylo již uveřejněno v AR A12/76, A1/77 a A2/77. Protože starší čísla AR však nejsou obvykle k dispozici, a protože zesilovač může při pečlivé práci postavit i méně zkušený zájemce, zopakuji stručně alespoň postup při oživování.

### Oživování a seřizování

Pro oživování a seřizování je vhodné, máme-li na pracovním stole (pod izolačním podložkou) kus plechu, který připojíme na zem zesilovače (zabráníme tak indukci brumu do nestíněných obvodů zesilovače). Výborně se osvědčuje např. i větší kus jednostranně plátovaného kuprextitu, položený měděnou fólií dolů. Sestavený zesilovač propojíme s napájecím zdrojem (zdroj odpojen od sítě, filtrační elektrolytické kondenzátory vybitý). Do jedné z větví napájecího napětí zapojíme milampérmetr; trimr  $P_5$  je nastaven tak, aby měl minimální odpór. Provizorně připojíme zpětnovazební odpory vstupního předzesilovače, odpovídající připojení tuneru (odpory 1,2 k $\Omega$ ). Výstupy zesilovače zatížíme odpory asi 10 k $\Omega$ . Do napájecích větví vložíme pojistky nejprve asi 250 mA (0,25 A), regulátor hlasitosti nastavíme na minimum, ostatní potenciometry dáme asi do střední polohy. Máme-li možnost, připojíme paralelně k zatěžovacím odpůrám osciloskop. Vstupy zesilovače zůstanou „otevřeny“.

Připojíme napájecí zdroj k sítí. Kontrolujeme odběr proudu – měl by být asi 10 až 30 mA. Jediný nastavovací prvek – trimr  $P_5$  – pak nastavíme tak, aby nejen na 1 kHz, ale i na 10 kHz bylo přechodové zkreslení neznačné. Bez osciloskopu většinou stačí nastavit klidový proud koncových tranzistorů asi na 20 mA a – zesilovač je nastaven. Změříme stejnosměrné napětí na výstupech pro připojení reproduktoru, mělo by být maximálně 10, spíše však 1 až 3 mV. Protáčením ovládacích prvků prověříme stabilitu za všech podmínek provozu.

Takto oživený zesilovač můžeme vestavět do skříně a po propojení všech obvodů a přepínačů seřít definitivně: nastavíme klidový proud koncových zesilovačů na velikost, při níž zmizí přechodové zkreslení (trimrem  $P_5$ ).

Při jakékoli manipulaci se zesilovačem při uvádění do chodu a při nastavování je třeba mít vždy připojenou zátěž a pro jistotu navíc vždy po odpojení zesilovače od napájecího napětí vybijeme elektrolytické kondenzátory 5000  $\mu$ F ve zdroji – v opačném případě by při opětovném zapnutí mohly proniknout do zesilovače napěťové špičky, které by mohly poškodit tranzistory, popř. i OZ.

K indikaci zapnutí přijímače jsem ve vzorku použil dvě diody LED, napájené z větví napájecího napětí – pak je i optická kontrola neporušenosti pojistek za usměrňovačem. Místo svitivých diod lze použít i telefonní žárovky na 24 V/50 mA, především je-li dostatečně dimenzován síťový transformátor.

A nakonec ještě jedna poznámka. Dělič pro připojení sluchátek je navržen tak, aby hlasitost reprodukce z reproduktoru v soustavě odpovídala hlasitosti reprodukce ze sluchátek. Je ovšem třeba použít sluchátka s malou impedancí, 4 až 16  $\Omega$ .

### Seznam součástek

Odpory	
$R_1$	22 k $\Omega$ , TR 151, 2 ks
$R_2$	47 k $\Omega$ , TR 151, 2 ks

$R_3$	1 k $\Omega$ , TR 151, 2 ks
$R_4$	0,1 M $\Omega$ , TR 151, 2 ks
$R_5$	1,2 k $\Omega$ , TR 151, 2 ks
$R_6$	0,27 M $\Omega$ , TR 151, 2 ks, 5 %
$R_7$	22 k $\Omega$ , TR 151, 2 ks, 5 %
$R_8$	–
$R_9$	–
$R_{10}$	4,7 k $\Omega$ , TR 151, 2 ks
$R_{11}$	1,8 k $\Omega$ , TR 151, 2 ks
$R_{12}$	3,3 k $\Omega$ , TR 151, 2 ks
$R_{13}$	10 k $\Omega$ , TR 151, 2 ks
$R_{14}$	33 k $\Omega$ , TR 151, 2 ks
$R_{15}$	3,3 k $\Omega$ , TR 151, 2 ks
$R_{16}$	10 k $\Omega$ , TR 151, 2 ks
$R_{17}$	1 k $\Omega$ , TR 151, 2 ks
$R_{18}$	2,2 k $\Omega$ , TR 151, 2 ks
$R_{19}$	22 k $\Omega$ , TR 151, 2 ks
$R_{20}$	22 k $\Omega$ , TR 151, 2 ks
$R_{21}$	680 $\Omega$ , TR 151, 2 ks
$R_{22}$	82 k $\Omega$ , TR 151, 2 ks
$R_{23}$	100 $\Omega$ , TR 151, 2 ks
$R_{24}$	390 $\Omega$ , TR 151, 2 ks
$R_{25}$	470 $\Omega$ , TR 151, 2 ks
$R_{26}$ , $R_{27}$	4,7 k $\Omega$ , TR 151, 4 ks
$R_{28}$ , $R_{29}$	22 $\Omega$ , TR 152, 4 ks
$R_{30}$	150 $\Omega$ , TR 151, 2 ks
$R_{31}$ , $R_{32}$	220 $\Omega$ , TR 151, 4 ks
$R_{33}$	150 $\Omega$ , TR 151, 2 ks
$R_{34}$	22 $\Omega$ , TR 510, 2 ks
$R_{35}$	4,7 $\Omega$ , TR 144, 2 ks
$R_{36}$	15 $\Omega$ , TR 152, 2 ks
$R_{37}$ , $R_{38}$	680 $\Omega$ , TR 152, 2 ks
$R_{39}$ , $R_{40}$	2,2 k $\Omega$ , TR 151, 4 ks
$R_{41}$	12 k $\Omega$ , TR 151, 2 ks
$R_{42}$	820 $\Omega$ , TR 151, 2 ks

### Kondenzátory

$C_1$ , $C_2$ , $C_4$ , $C_6$	0,1 $\mu$ F, TK 782 nebo 3, 6 ks
$C_3$	2 $\times$ 47 $\mu$ F, TE 121, nebo
	2 $\times$ 50 $\mu$ F, TE 156, 4 ks
$C_5$	10 $\mu$ F, TK 650, 2 ks
$C_7$	3,9 nF, TC 235, 2 ks, 5 %
$C_8$	10 nF, TC 235, 2 ks, 5 %
$C_{10}$ , $C_{12}$	47 nF, TK 783 nebo TC 235, 5 %, 4 ks
$C_{11}$	560 pF, TK 754, 2 ks
$C_{13}$	10 $\mu$ F, TE 152, 2 ks
$C_{14}$	1,5 nF, styroflex, 2 ks
$C_{15}$	1 nF, styroflex, 2 ks
$C_{16}$	2 $\times$ 47 $\mu$ F, TE 121, nebo 2 $\times$ 50 $\mu$ F, TE 156, 4 ks
$C_{17}$	10 pF, TK 650, 2 ks
$C_{18}$	47 pF, TK 754, 2 ks
$C_{19}$	0,1 $\mu$ F, TK 783, 2 ks
$C_{20}$ , $C_{21}$	1000 $\mu$ F, TE 984, 2 ks
$C_{22}$ , $C_{23}$ , $C_{24}$	33 pF, TK 650, 6 ks
$C_{25}$	2,2 nF, TC 237, 2 ks, 5 %
$C_{26}$	0,47 $\mu$ F, TC 180, 2 ks, 5 %

### Potenciometry

$P_1$ , $P_2$	2 $\times$ 0,1 M $\Omega$ , lin., TP 283, 2 ks
$P_3$	5 k $\Omega$ , lin., TP 280, 1 ks
$P_4$	2 $\times$ 25 k $\Omega$ , TP 289/Y, 1 ks
$P_5$	2,2 k $\Omega$ , odporný trimr, TP 011, 2 ks

### Polovodičové prvky

$IO_1$ , $IO_3$	MAA748, 4 ks
$IO_2$	MAA741, 2 ks
$T_1$	KC507, 2 ks
$T_2$	KFY46, 2 ks
$T_3$	KFY18, 2 ks
$T_4$	KD617, 2 ks (KD616)
$T_5$	KD607, 2 ks (KD606)
$ZD_1$ , $ZD_2$	KZZ76, 2 ks

### Přepínače

$P_2$ , $P_4$	Isostat 4 $\times$ 2 polohy, s aretací, 2 ks
$P_5$	otočný přepínač 4 $\times$ 3 polohy, 1 ks
$P_3$	Isostat, 2 $\times$ 2 polohy, 1 ks
$P_5$	Isostat, 4 $\times$ 2 polohy, 1 ks

Síťové tlačítko Isostat nebo páčkový síťový spínač pojistková pouzdra 5 ks  
síťový transformátor 2  $\times$  16 V až 18 V, 1 až 2 A  
elektrolytické kondenzátory 5000  $\mu$ F, TC 937a, 2 ks  
diody KY708, 4 ks  
pětikolikové konektorové zásuvky 3 ks  
tříkoliková konektorová zásuvka 1 ks (pro sluchátka)  
reprodukторové konektorové zásuvky 2 ks  
deská s plošnými spoji M219

### Postup kontroly průběhu funkce fyziologického regulátoru hlasitosti

Na vstup zesilovače připojíme tónový generátor, na výstup pak nízkofrekvenční milivoltmetr.

Na tónovém generátoru nastavíme napětí asi 7 mV při kmitočtu 1 kHz. Regulátor hlasitosti nastavíme napětím naplně a přečteme napětí, které nám ukáže milivoltmetr připojený na výstupu. Připomínáme, že v tomto případě není nutná náhradní zátěž, protože vzhledem k zcela zanedbatelnému vnitřnímu odporu zesilovače se výstupní napětí se zátěží a bez zátěže prakticky nezmění.

Napětí přečtené na milivoltmetru budeme považovat za výstupní úroveň 0 dB a k této úrovni budeme vztahovat všechna další na výstupu zjištěná napětí.

Na tónovém generátoru postupně nastavíme různé kmitočty signálu, aniž bychom však nadále měnili jeho výstupní napětí. Budou to kmitočty 50, 100, 200, 500, 1000 a 10 000 Hz. Pro signál každého kmitočtu přečteme napětí na výstupu zesilovače a odchylky vyjádříme v decibelech.

Pak při signálu o kmitočtu 1 kHz zmenšíme výstupní napětí zesilovače o 10 dB pootočením regulátoru hlasitosti. Připomínáme, že napětí tónového generátoru musí zůstat nezměněno. Znovu nastavujeme postupně řadu kmitočtů a kontrolujeme výstupní napětí zesilovače. Tak postupujeme po skočích – 10 dB a naměřené výsledky zkontrolujeme s následující tabulkou podle měření na výstupu zesilovače.

50 Hz	100 Hz	200 Hz	500 Hz	1000 Hz	10 000 Hz
0	0	0	0	0	0
-9	-10	-10	-10,5	-10	-8
-16,5	-18	-19	-20	-20	-16
-21	-23	-26,5	-30	-30	-20,5
-31	-33	-36	-40	-40	-30,5
-41	-43	-46,5	-50	-50	-40

Pokud by se naměřené kmitočtové průběhy podstatně lišily, pak bylo vhodné překontrolovat součástky v obvodu fyziologické regulace. Autor si je plně vědom, že zdůraznění signálů nízkých kmitočtů při větším zeslabení hlasitosti reprodukce není takové, jaké by vyžadovaly příslušné křivky subjektivního vnímání. Na našem trhu se však nevyskytuje potenciometr se dvěma odbočkami a tak i dosažený průběh můžeme považovat za přijatelné kompromisní řešení, které se již uspokojivě projeví při reprodukci.

### OVĚŘENO V REDAKCI

V redakci jsme tentokrát ověřili kromě úprav zesilovače TEXAN všechny popisované konstrukce, s tuzemskými i zahraničními součástkami.

K předzesilovači pro magnetickou vložku do přenosky nemáme žádné připomínky, stejně jako ke všem typům otáčkoměrů. Pokud jde o otáčkoměr s diskrétními prvky, který je jako stavebnice dodáván prodejnou Radioamatér Praze (viz str. 120), upozorňujeme pouze, že nepracuje ve spojení s kondenzátorovým zapalováním (tyristorovým zapalováním). Při zkouškách vzorků se také stalo, že zřejmě podle tolerance použitých součástek bylo nutno u jednoho ze vzorků změnit odpor  $R_2$ , 1 k $\Omega$ , ve vstupním děliče za menší, bezpečně výhověl odpor 470  $\Omega$ , neboť u tohoto otáčkoměru nebyla indikace rychlosti otáčení nad 4000 ot/min jednoznačná, ručka měřidla kmitala a otáčkoměr ukazoval všeobecně větší rychlosť otáčení, než jaká byla ve skutečnosti. Po zmenšení odporu je vše v pořádku.

Pokud jde o nastavování otáčkoměru s diskrétními prvky, stačí přivést napětí síťového kmitočtu (asi 10 až 15 V) do středu vstupního děliče a nastavit odporný trimr tak, aby ručka otáčkoměru ukazovala 1500 ot/min. Linearity stupnice je velmi uspokojivá, takže otáčkoměr stačí ocejchovat pro jediný kmitočet (jednu rychlosť otáčení).

# Vybrané rádioamatérom

Vám, ktorí si chcete prehliobiť vedomosti oblasti rádiotechniky, televízie, elektroniky a oznamovacej techniky, sme pripravili malý výber kníh. Upozorňujeme, že knihy vyjdú do konca tohto a v budúcom roku a objednávateľom ich budeme posieľať postupne, ako budú vychádzať. Uvedené ceny sú približné.

Svoje požiadavky posielajte na adresu:  
SLOVENSKÁ KNIHA, n. p., ODBYT, 010 91 ŽILINA, Rajecká cesta 7

ednávam(e)	Plán. cena Kčs	KNIHY, KTORÉ MÔŽEME ZASLAŤ OBRATOM:
výtl. Arendáš-Ručka: <b>Nabíječ a nabíjení.</b> (Vlastnosti akumulátorov, ich meranie, kontrola, opravy a údržba, návody na stavbu nabíjačov akumulátorov)	16,-	... výtl. <b>Aisberg: Farebná televízia? Nič jednoduché!</b> (Súčasný stav farebnej televízie, najmä tri základné normy: NTC – americká, PAL – nemecká, SECAM – francúzska.)
výtl. Český: <b>Stavba malé spoľačné antény.</b> (Návody a pokyny pre vlastnú výrobu a montáž malej spoločnej antény, vrátane hlavných častí rozvodov, ako sú zlúčovače, obočovače, predzosiľovače apod.)	15,-	... výtl. <b>Dvořáček: Kurs rádiotechniky</b> (Základné vlastnosti rádiotechnických súčiastok a obvodov, návrhy elektronických a polovodičových prístrojov.)
výtl. Jurkovič-Zadí: <b>Príručka nf obvodovej techniky.</b> (Súbor elektrotechnických vzorcov, pasívnych a aktívnych súčiastok, rozbor základných obvodov a zariadení nf techniky – praktické údaje, spôsob návrhu a zariadenia)	36,-	... výtl. <b>Fortušenko: Družicové spoje II.</b> (Základy technického projektovania systému družicových spojení, organizačno-technické principy výstavby sústav.)
výtl. Krejčí-Krejčí: <b>Elektrické měřicí přístroje.</b> (Stručný přehled, princip funkce, vhodnost použití a spôsob zachadzania a údržby)	26,-	... výtl. <b>Fortušenko: Družicové spoje I</b> (Základy technického projektovania systému družicových spojov.)
výtl. Kroupa-Lab-Šimeček: <b>Zesilovače T 74/78</b> (Stavba zaujímavých a kvalitných modulovo koncipovaných elektroakustických zariadení a prístrojov, princip, obsluha, optimálne využitie.)	20,-	... výtl. <b>Jeziarski: Transformátory</b> (Zhrňuje základné teoretické poznatky účinnosti transformátorov, ich konštrukciu a javy, ktoré v nich prebiehajú.)
výtl. Kubát: <b>Výkonová polovodičová technika</b> (Výklad fyzikálnych základov, funkcií, technológií a konštrukcie silnopružových polovodičových súčiastok, prehľad základných výkonových obvodov.)	26,-	... výtl. <b>Mihálka: Moderné polovodičové súčiastky</b> (Polovodičové súčiastky, ich fyzikálne funkcie, závislosti ich elektrických veličín, použitie, praktické zapojenia.)
výtl. Kubát: <b>Zvukér – amatér</b> (Informácie a poznatky dôležité k dosiahnutiu najlepších výsledkov pri zázname a reprodukcii zvuku, návody k stavbe niektorých doplnkov pre elektroakustickú prax.)	28,-	... výtl. <b>Rádiotechnická príručka 1.</b> (Najnovšie zapojenia základných prvkov – elektróniek a tranzistorov v oblasti vysokofrekvennej rádiotechniky.)
výtl. Moerder-Henke: <b>Praktické výpočty v tranzistorovej technike</b> (Kniha vysvetľuje principy jednoduchých polovodičových obvodov, pokyny pre samostatný návrh základných elektrotechnických obvodov.)	17,-	... výtl. <b>Rádiotechnická príručka 2.</b> (Poznatky o vývoji tranzistorových zariadení z oblasti oznamovacej techniky, elektroniky a elektroakustiky.)
výtl. Möschwitzer: <b>Polovodičová elektronika</b> (Systematické usporiadanie najdôležitejších faktov a súvislostí polovodičovej techniky, tabuľky, obrázky, charakteristiky polovodičových prvkov a integrovaných obvodov.)	31,-	... výtl. <b>Rádiotechnická príručka 3.</b> (Stručné teoretické úvahy a vzorce, praktické poznatky z oblasti polovodičovej techniky.)
výtl. Petrov: <b>Elektrické stroje I – Transformátory</b> (Trojdielna kniha sov. autora je súborom dielom a teorii všetkých elektrických strojov podľa posledného stavu. Preklad je upravený na čs. pomery. Tematikou I. dielu sú transformátory, II. – všeobecné otázky teórie striedavých strojov, III. – teória jednosmerných strojov. II. a III. diel vyjdú pozdĺžie.)	39,-	... výtl. <b>Rádiotechnická príručka 4.</b> (Obsahuje údaje o principoch farebného videnia; spôsoby rozkladania a skladania farebných signálov.)
výtl. Štofa: <b>Otázky a odpovede z elektrotechnických materiálov</b> (Problematika elektrotechnických materiálov, spracovaná moderným spôsobom, otázky o vodivých materiáloch, polovodičoch, izolantoch apod.)	15,-	... výtl. <b>Rádiotechnická príručka 5.</b> (Obsahuje vysušané zapojenia z elektrotechniky, rádiotechniky a elektroakustiky.)
výtl. Tříška: <b>Zkoušecky a jednoduchá měření v praxi elektromontéra</b> (Prehľad o skúšačkách a meracích prístrojoch, návody na zhetrovovanie jednoduchých skúšačiek a prípravkov uľahčujúcich meranie v praxi výzvze.)	18,-	... výtl. <b>Sdôlovací technika – Oborové encyklopédie SNTL</b> (V 3600 heslách a 1700 odkazoch preberá jednotlivé oblasti oznamovacej techniky, vkladá fyzikálne javy, na ktorých je založená moderná oznamovacia technika.)
výtl. Wojciechowsky: <b>Diaľkové ovládanie elektrických modelov</b> (Prehľad ovládaciach modelov áut, lodí a systémov generátorov riadiacich signálov, antén, antén, zosilovacích zdrojov, prijímačov, vysielačov, zoznam výrobcov.)	34,-	B/3 78

Vyznačené knihy pošlite doberkou na adresu:

Meno a priezvisko: .....

Bydlisko: .....

PSČ a pošta: .....

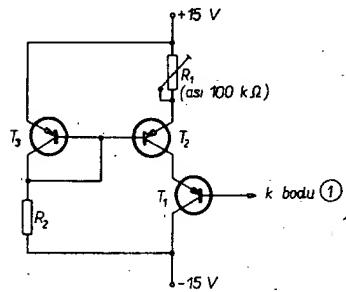
Okres: .....

Dátum: .....

Podpis: .....

**Dodatek ke konstrukci voltohmometru  
z AR B6/77**

V AR B6/77 byla uveřejněna konstrukce měřicího přístroje. V návodu ke stavbě a oživování chybí informace o kompenzaci vstupního proudu neinvertujícího vstupu OZ<sub>1</sub>. Jako nejvhodnější bylo při konstrukci přístroje shledáno zapojení, použité již dříve v zapojení číslícového multimetru DMM1000. Zapojení kompenzačního obvodu je na obrázku.



Nejvhodnější tranzistory k jeho osazení jsou BC178, které nabízí prodejna TESLA v Pardubicích. Jejich přednosti jsou nejen nižší cena oproti např. KF517, KFY16 nebo KFY18, ale i větší zesilovací činitel při malých proudech, což je důležité především u T<sub>1</sub>. Protože obvody kompenzace jsem řešil v přístroji až nakonec, není pro ně místo na desce s plošnými spoji, je je třeba zapojit improvizovaně, např. na volné kontakty přepínacího předřazeného děliče.

Vstupní proud se kompenzuje seřízením R<sub>1</sub>. Přístroj je přepnut na nejcitlivější rozsah, na vstupních svorkách je připojen odpor 1 až 10 MΩ. Odpor R<sub>1</sub>, potřebný k nastavení nulové výchylky růcky měřidla, bude záviset

na velikosti vstupních proudů a na zesilovači činiteli T<sub>1</sub>. Aby bylo možno nastavit kompenzaci dostatečně jemně, je vhodné rozdělit R<sub>1</sub> na pevný odpór a odporový trimr.

Podrobnější informace o činnosti obvodu pro kompenzaci vstupního proudu operačních zesilovačů jsou v [1] na str. 172.

Autor se omlouvá za opomenutí, které mohlo přivodit nesnáze při konstrukci přístroje především méně zkušeným konstruktérům. Bylo způsobeno tím, že, jak již uvedl, řešil kompenzaci až po dohotovení celého přístroje.

[1] AR B5/76

## POZOR!

V rámci socialistických závazků a spolupráce s redakcí AR připravily dvě prodejny sady součástek ke konstrukci zařízení, popisovaných v tomto čísle AR pro konstruktéry. Prodejna TESLA, Pardubice, Palackého 580, PSČ 530 00, připravila jednak stavebnici předzesilovače pro magnetickou přenosu včetně desky s plošnými spoji (cena přibližně 200 Kčs) a jednak stavebnici zesilovače Texan. Stavebnice zesilovače Texan se dodává kompletní podle „Seznamu součástek“, tj. včetně síťového transformátoru, všech polovodičových součástek apod. Cena celého kompletu včetně desky s plošnými spoji je asi 3390,- Kčs. Kromě toho připravila prodejna TESLA sadu polovodičových prvků k osazení ze-

silovače, cena sady s polovodičovými prvky jakosti A je 2378,- Kčs, jakosti B (k osazení zcela vyhovuje) 1474,- Kčs. Jen pro úplnost uvádíme, že jako koncový pár tranzistorů budou dodávány tuzemské typy KD606 a KD616.

Uvedené stavebnice lze zakoupit přímo v prodejně nebo objednat na dobírku.

Pražská prodejna Radioamatér v Žitné ulici 7, Praha 1, připravila stavebnici otáčkoměru s diskrétními prvky. Součástí stavebnice je i měřidlo Metra, použité ke konstrukci autorem tohoto čísla AR B. Cena stavebnice včetně desky s plošnými spoji je asi 350,- Kčs. I v této prodejně lze stavebnici zakoupit přímo, nebo objednat na dobírku.

**mimořádná  
NABÍDKA**

**mimořádná  
NABÍDKA**

**polarizovaných relé  
pro výrobu  
elektronických  
zařízení**

HL 100 11, 15, 16, 18, 21, 26, 35, 39, 41

HL 110 01/1, 03/1, 04/1

VC 121 až 127 Kčs.

**Během roku  
můžeme dodat  
celý sortiment  
dalších  
dovážených  
typů:**

Výrobce:  
VEB  
ELEKTRO-SCHALT-  
GERÄTE AUERBACH,  
NDR

HL 100 02, 03, 04, 05, 06, 07 ALU,  
08, 09, 10, 11, 13, 15, 16,  
18, 20, 23, 24, 25, 29, 30, 31,  
33, 34, 38, 39, 41, 43, 44, 45,  
51, 52, 54

HL 110 01/1  
RLS 0373 002 = 10165  
HL 110 03/1, 04/1

**Bližší informace podá  
a objednávky vyřizuje**

**TESLA**  
Obchodní podnik  
Oblastní středisko služeb  
Umanského 141  
688 19 UHERSKÝ BROD